PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE

POCRANE

Ato Convocatório Nº 19/2014

Produto 4 – Prognóstico e Alternativas para Universalização dos Serviços

DEZ/2015

Sumário

Lista de Figuras ..... **vi**
Lista de Tabelas ..... **vii**
Lista de Quadros ..... **viii**
1. INTRODUÇÃO **13**
2. PROJEÇÕES E ESTIMATIVAS DE DEMANDA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO **15**
2.1. Sistema de Abastecimento de Água 15
2.1.1. Projeções da demanda do Sistema de Abastecimento de Água *15*
2.1.2. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda *29*
2.1.2.1. Sede 29
2.1.2.2. Assaraí 35
2.1.2.3. Barra da Figueira 39
2.1.2.4. Áreas rurais 43
2.1.3. Eventos de Emergência e Contingência *46*
2.1.3.1. Operacionais 47
2.1.3.2. Gestão e gerenciamento 48
2.1.3.3. Imprevisíveis 48
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário 49
2.2.1. Projeções e estimativa de demanda do Serviço de Esgotamento Sanitário *49*
2.2.2. Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda *66*
2.2.3. Eventos de Emergência e Contingência *70*
2.2.3.1. Operacionais 71
2.2.3.2. Gestão e gerenciamento 72
2.2.3.3. Imprevisíveis 72
2.3. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais 73
2.3.1. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos *73*
2.3.2. Medidas de controle de erosão e assoreamento *80*

2.3.3. Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água *83*
2.3.4. Diretrizes para o controle do escoamento superficial *84*
2.3.5. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale *86*
2.3.6. Eventos de Emergência e Contingência *87*
2.3.6.1. Operacional 87
2.3.6.2. Gestão e gerenciamento 88
2.3.6.3. Imprevisíveis 88
2.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 88
2.4.1. Projeções e estimativa de demanda do Serviço Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos *88*
2.4.1.1. Resíduos sólidos domiciliares 88
2.4.1.2. Resíduos recicláveis 89
2.4.1.3. Resíduos orgânicos 91
2.4.1.4. Rejeitos 93
2.4.1.5. Limpeza de logradouro 94
2.4.2. Cálculo dos custos da prestação dos serviços *96*
2.4.2.1. Panorama do setor 96
2.4.2.2. Princípio da isonomia 97
2.4.2.3. Princípio da capacidade contributiva 98
2.4.2.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo 98
2.4.2.4.1. Rateio dos custos pelo número de economias *99*
2.4.2.4.2. Cálculo baseado na tipologia do gerador *100*
2.4.2.4.3. Cálculo baseado na área construída do imóvel *102*
2.4.2.4.4. Cálculo baseado no consumo de água *103*
2.4.2.4.5. Cálculo alternativo baseado no consumo de água *104*
2.4.2.5. Formas de cobrança da taxa de coleta de lixo 106
2.4.3. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos *107*
2.4.4. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes *114*
2.4.5. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil *117*

2.4.6. Eventos de Emergência e Contingência *120*
2.4.6.1. Operacional 121
2.4.6.2. Gestão e gerenciamento 122
2.4.6.3. Imprevisíveis 122
3. GESTÃO, FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 123
3.1. Modelos de Gestão 123
3.1.1. Gestão Pública *124*
3.1.1.1. Administração direta 124
3.1.1.2. Autarquias Municipais 124
3.1.1.3. Empresas Públicas ou Companhias Municipais 125
3.1.1.4. Sociedade de Economia Mista e Companhias Estaduais 125
3.1.1.5. Gestão Associada 126
3.1.2. Gestão Privada *127*
3.1.3. Gestão Público-Privada *128*
3.2. Alternativas de fiscalização e Regulação 129
3.3. Especificidades do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos considerando o PMGIRS 131
3.3.1. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos *131*
3.3.1.1. Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico 131
3.3.1.2. Resíduos dos Serviços de Transporte 133
3.3.1.3. Resíduos dos Serviços de Saúde 136
3.3.1.4. Resíduos de Mineração 141
3.3.1.5. Resíduos de Construção Civil 141
3.3.1.6. Resíduos Agrossilvopastoris – Embalagens de agrotóxicos 143
3.3.1.7. Resíduos Industriais 146
3.3.1.8. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestação de Serviço 147
3.3.2. Formas e limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa *149*
3.3.2.1. Procedimentos operacionais, especificações mínimas e critérios para pontos de apoio a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos 156
3.3.2.1.1. Coleta *156*

3.3.2.1.2. Coleta e Transporte 158
3.3.2.1.3. Pontos de entrega voluntária (PEV) 162
3.3.2.1.4. Usina de reciclagem de resíduos 163
3.3.2.2. Responsabilidades quanto à implementação e operacionalização do PMGIRS 164
4. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS EM SANEAMENTO BÁSICO 166
4.1. Sistema geral 170
4.1.1. Proposição de cenários 170
4.1.2. Objetivos e metas 173
4.2. Sistema de Abastecimento de Água 177
4.2.1. Proposição de cenários 177
4.2.2. Objetivos e metas 179
4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário 183
4.3.1. Proposição de cenários 183
4.3.2. Objetivos e metas 185
4.4. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais 188
4.4.1. Proposição de cenários 188
4.4.2. Objetivos e metas 190
4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 194
4.5.1. Proposição de cenários 194
4.5.2. Objetivos e metas 196
5. BIBLIOGRAFIA 201

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do novo ponto proposto 33
Figura 2 - Visão panorâmica do local proposto 33
Figura 3 - Localização do novo ponto proposto 37
Figura 4 - Visão panorâmica do local proposto 37
Figura 5 - Localização do novo ponto proposto 41
Figura 6 - Visão panorâmica do local proposto 42
Figura 7 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa 46
Figura 8 - Alternativa para instalação de futura ETE (Sede) 68
Figura 9 - Alternativa para instalação de futura ETE (Barra da Figueira) 69
Figura 10 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem 74
Figura 11 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área 109
Figura 12 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (AS), em Pocrane-MG 112
Figura 13 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário em Pocrane-MG 113
Figura 14 - Gestão dos Resíduos Domiciliares 157
Figura 15 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos 158

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Impermeabilização das bacias com históricos de inundação 75
Tabela 2 - Projeção de crescimento populacional urbano 75
Tabela 3 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário atual (sem ordenamento) 76
Tabela 4 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário 1 77
Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel 102
Tabela 6 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel 103
Tabela 7 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água 104
Tabela 8 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água 105
Tabela 9 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água 105
Tabela 10 - Objetivos e Metas 175
Tabela 11 - Objetivos e Metas do Sistema de Abastecimento de Água 181
Tabela 12 - Objetivos e Metas do Setor de Esgotamento Sanitário 187
Tabela 13 - Objetivos Gerais do Setor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais 192
Tabela 14 - Objetivos e Metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 198

Lista de Quadros

Quadro 1 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário previsível 17
Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Assaraí no cenário previsível 18
Quadro 3 - Projeção da demanda futura para Barra da Figueira no cenário previsível 19
Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário previsíel 20
Quadro 5 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Assaraí no cenário previsíel 21
Quadro 6 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barra da Figueira no cenário previsíel 21
Quadro 7 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo 24
Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Assaraí no cenário normativo 25
Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Barra da Figueira no cenário normativo 26
Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo 27
Quadro 11 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Assaraí no cenário normativo 27
Quadro 12 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barra da Figueira no cenário normativo 28
Quadro 13 - Vazões nos mananciais utilizados na sede 29
Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável nos mananciais e a demanda futura da sede 30
Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto 34
Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura 34
Quadro 17 - Vazão no manancial utilizado em Assaraí 35
Quadro 18 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura em Assaraí 35
Quadro 19 - Dados referentes ao manancial de captação proposto 38

Quadro 20 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura 38
Quadro 21 - Vazão no manancial utilizado em Assaraí 39
Quadro 22 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura em Barra de Figueira 39
Quadro 23 - Dados referentes ao manancial de captação proposto 42
Quadro 24 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura 43
Quadro 25 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico da sede 51
Quadro 26 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Assaraí 51
Quadro 27 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Barra da Figueira 52
Quadro 28 - Evolução da Contribuição de Infiltração na sede 54
Quadro 29 - Evolução da Contribuição de Infiltração em Assaraí 54
Quadro 30 - Evolução da Contribuição de Infiltração em Barra da Figueira 55
Quadro 31 - Evolução da Vazão Sanitária da sede 56
Quadro 32 - Evolução da Vazão Sanitária de Assaraí 57
Quadro 33 - Evolução da Vazão Sanitária de Barra da Figueira 58
Quadro 34 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede 60
Quadro 35 - Evolução da carga e concentração de DBO de Assaraí 61
Quadro 36 - Evolução da carga e concentração de DBO de Barra da Figueira 62
Quadro 37 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais da sede 63
Quadro 38 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais de Assaraí 64
Quadro 39 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais de Barra da Figueira 65
Quadro 40 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos. 81
Quadro 41 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais 85
Quadro 42 - Projeção da geração de resíduos 89
Quadro 43 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008 90
Quadro 44 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final 91

Quadro 45 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final 92
Quadro 46 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final 93
Quadro 47 - Projeção dos indicadores de limpeza de logradouro 95
Quadro 48 - Informações sobre o manejo de resíduos sólidos 96
Quadro 49 - Área necessária em m² 110
Quadro 50 - Projeção de geração de RCD de Pocrane 119
Quadro 51 - Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico 123
Quadro 52 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem 131
Quadro 53 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte 131
Quadro 54 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Disposição Final 132
Quadro 55 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas 133
Quadro 56 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação 133
Quadro 57 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte 134
Quadro 58 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Tratamento e Disposição Final 134
Quadro 59 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento 135
Quadro 60 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Legislação e Normas 135
Quadro 61 - Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação 136
Quadro 62 - Resíduos de Serviço de Saúde – Símbolos de Identificação 137
Quadro 63 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Acondicionamento 138
Quadro 64 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Coleta e Transporte 138
Quadro 65 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Triagem e Transbordo. 138
Quadro 66 - Resíduos de Serviço de Saúde – Métodos de Tratamento 139
Quadro 67 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Tratamento e Disposição Final 139
Quadro 68 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Licenciamento 140

Quadro 69 - Resíduos de Serviço de Saúde – Legislação e Normas.....140
Quadro 70 - Resíduos de Mineração – Normas 141
Quadro 71 - Resíduos de Construção Civil – Classificação. 141
Quadro 72 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Coleta e Transporte. 142
Quadro 73 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Tratamento e Disposição. ...142
Quadro 74 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Licenciamento. 142
Quadro 75 - Resíduos de Construção Civil – Legislação e Normas. 143
Quadro 76 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Coleta e Transporte. 143
Quadro 77 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Triagem e Transbordo.....144
Quadro 78 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Tratamento e Disposição. 144
Quadro 79 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Licenciamento. 144
Quadro 80 - Resíduos Agrossilvopastoris – Legislação e Normas. 144
Quadro 81 - Resíduos Industriais – Regras de Licenciamento e Obrigações Legais. 146
Quadro 82 - Resíduos Industriais – Legislação e Normas. 146
Quadro 83 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes. 147
Quadro 84 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Coleta e Transporte 148
Quadro 85 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Triagem e Transbordo. 148
Quadro 86 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas.....149
Quadro 87 - Resumo das responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos 165
Quadro 88 - Matriz para a análise SWOT do sistema de Saneamento Básico Municipal de Pocrane considerando os 4 eixos ou setores. 171
Quadro 89 - Cenários *Previsível* e *Normativo* configurados para o Sistema de Saneamento Básico de Pocrane 172
Quadro 90 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....178
Quadro 91 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema abastecimento de água 179
Quadro 92 - Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário.....184

Quadro 93 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema esgotamento sanitário. 185
Quadro 94 - Matriz SWOT do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais 189
Quadro 95 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema de drenagem urbana. 190
Quadro 96 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Pocrane 195
Quadro 97 - Descrição dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 196

1. INTRODUÇÃO

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) são exigências do novo contexto institucional vigente, decorrente da edição da Lei Federal nº 11.445/07 - Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e Decreto 7.217/10 e da Lei Federal nº 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e de seu decreto regulamentador.

O presente PMSB integra o PMGIRS conforme preconizado na Política Nacional de Resíduos Sólidos e no instrumento que a regulamenta, o Decreto nº 7.404/10.

Na Lei 11.445/07 o saneamento básico é definido como sendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

• **Abastecimento de água**: constituído pelas atividades, infraestrutura e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

• **Esgotamento sanitário**: constituído pelas atividades, infraestrutura e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados de esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o lançamento final no meio ambiente;

• **Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas**: conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

• **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**: conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de coleta, transporte, transferência, tratamento e destinação final de resíduo sólido domiciliar e de resíduo sólido originário de varrição e limpeza de logradouros públicos.

Em linhas gerais, a Lei nº 11.445/07, sancionada em 5 de janeiro de 2007, trouxe nova disciplina para a prestação de serviços de saneamento básico, exigindo tanto do titular quanto do prestador de serviços novas atribuições, direitos e obrigações, dentre elas a obrigatoriedade da elaboração dos planos de saneamento básico, a regulação dos serviços, a instituição do controle social dos serviços de

saneamento e a participação social no planejamento do setor, além da adequação da prestação dos serviços às condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro, em regime de eficiência, considerando o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas, a sistemática de reajustes e a política de subsídios.

De acordo com a legislação vigente, para obtenção de financiamentos ou de recursos a fundo perdido, nos órgãos federais e estaduais, a liberação destes ficou atrelada à apresentação, por parte do poder público municipal, do Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Com base nessas premissas, o presente contrato tem por objetivo a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) conjuntamente do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Pocrane que busca garantir o acesso da população aos serviços de saneamento com universalidade; qualidade; integralidade; segurança; regularidade; continuidade; e sustentabilidade ambiental, social e econômica.

A gestão e gerenciamento dos serviços públicos de saneamento básico dos municípios brasileiros impõem-se como um importante desafio aos gestores públicos. Neste sentido, por se tratarem de serviços que possuem natureza essencial como direitos dos cidadãos, ainda que estes contribuam com seus custeios, buscou-se neste PMSB formular as proposições através de ferramentas normativas, organizacionais e de planejamento.

Para enfrentar os problemas vigentes, o administrador terá de lidar com esforços de cunho político e financeiro, na medida em que as ações requeridas exigem reformulações institucionais, gerenciais, operacionais e a cooperação efetiva entre os diversos setores públicos, e destes com a sociedade civil.

Assim, para alcançar os objetivos gerais indicados pela Lei de Saneamento Básico e tomando como base as constatações dos diagnósticos de cada um dos setores, neste relatório (Prognóstico e Alternativas Institucionais de Gestão dos Serviços de Saneamento Básico do Município de Pocrane) são estabelecidos objetivos específicos e a partir desses, são propostas metas para um horizonte de planejamento de 20 anos.

2. PROJEÇÕES E ESTIMATIVAS DE DEMANDA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

2.1. Sistema de Abastecimento de Água

2.1.1. Projeções da demanda do Sistema de Abastecimento de Água

A fim de se estimar a demanda de água no município em um horizonte de 20 anos – de 2016 a 2036 – foram consideradas as projeções populacionais para estes anos, bem como os dados mais recentes para o índice de perdas, o consumo *per capita* e o índice de atendimento.

Inicialmente, foi calculada a demanda *per capita* com as perdas, através da Equação 1, considerando-se que não haja redução de perdas de água ou aumento do consumo *per capita*.

$$d = \frac{q \times 100}{100 - IP}$$

Equação 1

Onde d = demanda *per capita* de água com as perdas (L/hab.dia);

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

IP = índice de perdas (%).

Em seguida, foi calculada a evolução da demanda, através da Equação 2, considerando-se as projeções populacionais e o incremento gradual do índice de atendimento até chegar a 100% em 2026.

$$D = \frac{d \times P \times IA}{10^5}$$

Equação 2

Onde D = demanda de água (m³/dia);

P = população projetada (hab);

IA = índice de atendimento (%).

Com o cálculo da demanda de água, pode-se calcular a demanda máxima diária de água, multiplicando-se a demanda pelo k_1 = 1,2 (coeficiente de máxima vazão diária) (Jordão e Pessôa, 2005). E para o cálculo da reservação de água, dividiu-se a demanda de água máxima diária por três.

Além disso, estudou-se a rede de distribuição e calculou-se a extensão da rede de distribuição por habitante para realizar a projeção da rede ao longo do horizonte do plano.

Posteriormente, foi realizado o balanço entre oferta e demanda, subtraindo-se da oferta de água atual, as demandas calculadas.

Segundo dados de 2013 do SNIS, o índice de atendimento é igual a 99,3% e o consumo *per capita* de água no município é de 315,1 L/hab.dia. Quanto ao índice de perdas, o SNIS (2013) fornece um valor de -3,12%, o que não corresponde a um valor plausível. Logo, para a projeção das demandas, foi considerado o valor correspondente à média nacional de índice de perdas fornecido pelo próprio SNIS (2013) cujo valor é de 37%. Nas projeções efetuadas foram utilizados os mesmos valores dos indicadores "*consumo per capita*" e "*índices de perdas*" para sede e distritos. Isso foi feito considerando que os dados do SNIS abordam o município como um todo, correspondendo a uma média dos valores estimados para cada tipo de localidade, de onde se conclui que estes indicadores refletem, com maior ou menor fidelidade, as realidades da sede e dos distritos.

A fim de se estudar o sistema de abastecimento de água ao longo do plano, foi considerado dois cenários. O primeiro cenário considerado foi que as metas estabelecidas para redução do índice de perdas e consumo *per capita* não fossem cumpridas, sendo assim, os indicadores citados a cima se manteriam até o horizonte do PMSB. Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede, Assaraí e Barra da Figueira (Quadro 1 ao Quadro 3).

Quadro 1 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário previsível

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	4.455	99,3	4.424	36,84	2212,61	2655,13	885,04
2016	315	37	500	4.498	99,3	4.467	37,28	2233,97	2680,76	893,59
2017	315	37	500	4.541	99,3	4.509	37,73	2255,32	2706,39	902,13
2018	315	37	500	4.581	99,3	4.549	38,15	2275,19	2730,23	910,08
2019	315	37	500	4.627	99,3	4.595	38,53	2298,03	2757,64	919,21
2020	315	37	500	4.668	99,3	4.635	38,87	2318,40	2782,08	927,36
2021	315	37	500	4.698	99,3	4.665	39,12	2333,30	2799,96	933,32
2022	315	37	500	4.741	99,3	4.708	39,48	2354,65	2825,58	941,86
2023	315	37	500	4.780	99,3	4.747	39,80	2374,02	2848,83	949,61
2024	315	37	500	4.817	99,3	4.783	40,11	2392,40	2870,88	956,96
2025	315	37	500	4.852	99,3	4.818	40,40	2409,78	2891,74	963,91
2026	315	37	500	4.886	99,3	4.852	40,69	2426,67	2912,00	970,67
2027	315	37	500	4.909	99,3	4.875	40,88	2438,09	2925,71	975,24
2028	315	37	500	4.949	99,3	4.914	41,21	2457,96	2949,55	983,18
2029	315	37	500	4.982	99,3	4.947	41,49	2474,35	2969,22	989,74
2030	315	37	500	5.005	99,3	4.970	41,68	2485,77	2982,93	994,31
2031	315	37	500	5.031	99,3	4.996	41,89	2498,68	2998,42	999,47
2032	315	37	500	5.072	99,3	5.036	42,24	2519,05	3022,86	1007,62
2033	315	37	500	5.094	99,3	5.058	42,42	2529,97	3035,97	1011,99
2034	315	37	500	5.127	99,3	5.091	42,69	2546,36	3055,64	1018,55
2035	315	37	500	5.157	99,3	5.121	42,94	2561,26	3073,52	1024,51
2036	315	37	500	5.182	99,3	5.146	43,15	2573,68	3088,42	1029,47

Fonte: SHS, 2015

Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Assaraí no cenário previsível

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	470	99,3	467	3,90	233,43	280,11	93,37
2016	315	37	500	470	99,3	467	3,90	233,43	280,11	93,37
2017	315	37	500	470	99,3	467	3,90	233,43	280,11	93,37
2018	315	37	500	463	99,3	460	3,90	229,95	275,94	91,98
2019	315	37	500	458	99,3	455	3,90	227,47	272,96	90,99
2020	315	37	500	445	99,3	442	3,90	221,01	265,22	88,41
2021	315	37	500	448	99,3	445	3,90	222,50	267,00	89,00
2022	315	37	500	446	99,3	443	3,90	221,51	265,81	88,60
2023	315	37	500	444	99,3	441	3,90	220,52	264,62	88,21
2024	315	37	500	438	99,3	435	3,90	217,54	261,04	87,01
2025	315	37	500	438	99,3	435	3,90	217,54	261,04	87,01
2026	315	37	500	432	99,3	429	3,90	214,56	257,47	85,82
2027	315	37	500	420	99,3	417	3,90	208,60	250,32	83,44
2028	315	37	500	412	99,3	409	3,90	204,62	245,55	81,85
2029	315	37	500	407	99,3	404	3,90	202,14	242,57	80,86
2030	315	37	500	407	99,3	404	3,90	202,14	242,57	80,86
2031	315	37	500	402	99,3	399	3,90	199,66	239,59	79,86
2032	315	37	500	402	99,3	399	3,90	199,66	239,59	79,86
2033	315	37	500	400	99,3	397	3,90	198,66	238,40	79,47
2034	315	37	500	396	99,3	393	3,90	196,68	236,01	78,67
2035	315	37	500	393	99,3	390	3,90	195,19	234,22	78,07
2036	315	37	500	391	99,3	388	3,90	194,19	233,03	77,68

Fonte: SHS, 2015

Quadro 3 - Projeção da demanda futura para Barra da Figueira no cenário previsível

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	555	99,3	551	4,60	275,64	330,77	110,26
2016	315	37	500	545	99,3	541	4,60	270,68	324,81	108,27
2017	315	37	500	536	99,3	532	4,60	266,21	319,45	106,48
2018	315	37	500	524	99,3	520	4,60	260,25	312,30	104,10
2019	315	37	500	502	99,3	498	4,60	249,32	299,19	99,73
2020	315	37	500	495	99,3	492	4,60	245,85	295,01	98,34
2021	315	37	500	481	99,3	478	4,60	238,89	286,67	95,56
2022	315	37	500	472	99,3	469	4,60	234,42	281,31	93,77
2023	315	37	500	458	99,3	455	4,60	227,47	272,96	90,99
2024	315	37	500	448	99,3	445	4,60	222,50	267,00	89,00
2025	315	37	500	435	99,3	432	4,60	216,05	259,26	86,42
2026	315	37	500	430	99,3	427	4,60	213,56	256,28	85,43
2027	315	37	500	422	99,3	419	4,60	209,59	251,51	83,84
2028	315	37	500	414	99,3	411	4,60	205,62	246,74	82,25
2029	315	37	500	392	99,3	389	4,60	194,69	233,63	77,88
2030	315	37	500	381	99,3	378	4,60	189,23	227,07	75,69
2031	315	37	500	372	99,3	369	4,60	184,76	221,71	73,90
2032	315	37	500	361	99,3	358	4,60	179,29	215,15	71,72
2033	315	37	500	353	99,3	351	4,60	175,32	210,38	70,13
2034	315	37	500	345	99,3	343	4,60	171,35	205,62	68,54
2035	315	37	500	333	99,3	331	4,60	165,39	198,46	66,15
2036	315	37	500	314	99,3	312	4,60	155,95	187,14	62,38

Fonte: SHS, 2015

Ainda, segundo SNIS (2013), foi registrada uma produção anual de água tratada de 1.261.440 m³/ano e uma população urbana atendida de 5.399 habitantes. Sendo assim, obteve-se que a produção diária por habitante seria de 0,64 m³/hab.dia. A partir deste valor, realizou-se o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas. O Quadro 4 ao Quadro 6 mostram os resultados do balanço do município.

Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para a sede no cenário previsíel

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	4.424	2212,61	2831,77	619,16
2016	4.467	2233,97	2831,77	597,80
2017	4.509	2255,32	2831,77	576,44
2018	4.549	2275,19	2831,77	556,58
2019	4.595	2298,03	2831,77	533,73
2020	4.635	2318,40	2831,77	513,37
2021	4.665	2333,30	2831,77	498,47
2022	4.708	2354,65	2831,77	477,11
2023	4.747	2374,02	2831,77	457,74
2024	4.783	2392,40	2831,77	439,37
2025	4.818	2409,78	2831,77	421,98
2026	4.852	2426,67	2831,77	405,10
2027	4.875	2438,09	2831,77	393,67
2028	4.914	2457,96	2831,77	373,81
2029	4.947	2474,35	2831,77	357,42
2030	4.970	2485,77	2831,77	345,99
2031	4.996	2498,68	2831,77	333,08
2032	5.036	2519,05	2831,77	312,72
2033	5.058	2529,97	2831,77	301,79
2034	5.091	2546,36	2831,77	285,40
2035	5.121	2561,26	2831,77	270,50
2036	5.146	2573,68	2831,77	258,09

Fonte: SHS, 2015

Quadro 5 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Assaraí no cenário previsíel

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	467	233,43	298,75	65,32
2016	467	233,43	298,75	65,32
2017	467	233,43	298,75	65,32
2018	460	229,95	298,75	68,80
2019	455	227,47	298,75	71,28
2020	442	221,01	298,75	77,74
2021	445	222,50	298,75	76,25
2022	443	221,51	298,75	77,24
2023	441	220,52	298,75	78,23
2024	435	217,54	298,75	81,21
2025	435	217,54	298,75	81,21
2026	429	214,56	298,75	84,19
2027	417	208,60	298,75	90,15
2028	409	204,62	298,75	94,13
2029	404	202,14	298,75	96,61
2030	404	202,14	298,75	96,61
2031	399	199,66	298,75	99,09
2032	399	199,66	298,75	99,09
2033	397	198,66	298,75	100,09
2034	393	196,68	298,75	102,07
2035	390	195,19	298,75	103,56
2036	388	194,19	298,75	104,56

Fonte: SHS, 2015

Quadro 6 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barra da Figueira no cenário previsíel

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	551	275,64	352,78	77,13
2016	541	270,68	352,78	82,10
2017	532	266,21	352,78	86,57
2018	520	260,25	352,78	92,53
2019	498	249,32	352,78	103,46
2020	492	245,85	352,78	106,93
2021	478	238,89	352,78	113,89
2022	469	234,42	352,78	118,36

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2023	455	227,47	352,78	125,31
2024	445	222,50	352,78	130,28
2025	432	216,05	352,78	136,73
2026	427	213,56	352,78	139,22
2027	419	209,59	352,78	143,19
2028	411	205,62	352,78	147,16
2029	389	194,69	352,78	158,09
2030	378	189,23	352,78	163,55
2031	369	184,76	352,78	168,02
2032	358	179,29	352,78	173,49
2033	351	175,32	352,78	177,46
2034	343	171,35	352,78	181,43
2035	331	165,39	352,78	187,39
2036	312	155,95	352,78	196,83

Fonte: SHS, 2015

Pela análise do balanço entre a demanda e oferta de água, verifica-se que as ETAs em operação no município atualmente tem capacidade de atender as demandas atuais e futuras ao longo do plano, porém o SAA do município sofre com problemas na operação destas ETAs. Vale ressaltar que no distrito de Barra de Figueira não há nenhuma forma de tratamento da água, porém será uma das ações deste PMSB a instalação de uma ETA no distrito, contudo o balanço entre a demanda e oferta de água é positivo.

Ressalta-se que o mínimo estabelecido para o Índice de Perdas é 15%, pois é plausível conforme estabelecido nos seminários e, segundo Von Sperling (2006), em municípios com até 10.000 habitantes, o consumo *per capita* está entre 90 e 160 L/hab.dia. Sendo assim, adotou-se o valor de 150 L/hab.dia como valor de consumo a ser atingido.

De acordo com o exposto, as metas relacionadas com a demanda de água serão as seguintes:

- Prazo imediato – Aumento do índice de atendimento pelo abastecimento público para 100% (3 anos);
- Curto prazo - Redução de 20% do valor inicial do índice de perdas e

consumo *per capita* (de 4 a 8 anos);

- Médio prazo - Redução de 40% do valor inicial do índice de perdas e consumo *per capita* (de 9 a 12 anos);
- Longo prazo - Redução de 60% do valor inicial do índice de perdas e redução do consumo *per capita* até atingir o valor de 150 L/hab.dia (de 13 a 20 anos).

Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede, Assaraí e Barra da Figueira (Quadro 7 ao Quadro 9).

Quadro 7 - Projeção da demanda futura para a sede no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	4.455	99,3	4.424	36,84	2212,61	2655,13	885,04
2016	307	36	481	4.498	99,5	4.477	37,28	2151,64	2581,97	860,66
2017	299	35	462	4.541	99,8	4.530	37,73	2091,22	2509,46	836,49
2018	291	34	443	4.581	100,0	4.581	38,15	2029,97	2435,96	811,99
2019	284	33	425	4.627	100,0	4.627	38,53	1967,27	2360,73	786,91
2020	276	32	408	4.668	100,0	4.668	38,87	1903,18	2283,82	761,27
2021	268	31	391	4.698	100,0	4.698	39,12	1835,58	2202,69	734,23
2022	260	31	374	4.741	100,0	4.741	39,48	1773,96	2128,75	709,58
2023	252	30	358	4.780	100,0	4.780	39,80	1711,57	2053,88	684,63
2024	236	28	327	4.817	100,0	4.817	40,11	1575,61	1890,73	630,24
2025	221	26	298	4.852	100,0	4.852	40,40	1444,27	1733,13	577,71
2026	205	24	270	4.886	100,0	4.886	40,69	1317,61	1581,13	527,04
2027	189	22	243	4.909	100,0	4.909	40,88	1192,92	1431,51	477,17
2028	185	21	235	4.949	100,0	4.949	41,21	1162,75	1395,30	465,10
2029	180	21	227	4.982	100,0	4.982	41,49	1131,17	1357,41	452,47
2030	176	20	219	5.005	100,0	5.005	41,68	1097,69	1317,23	439,08
2031	172	19	212	5.031	100,0	5.031	41,89	1065,28	1278,33	426,11
2032	167	18	204	5.072	100,0	5.072	42,24	1036,31	1243,57	414,52
2033	163	17	197	5.094	100,0	5.094	42,42	1003,74	1204,48	401,49
2034	159	16	190	5.127	100,0	5.127	42,69	973,67	1168,40	389,47
2035	154	16	183	5.157	100,0	5.157	42,94	943,30	1131,95	377,32
2036	150	15	176	5.182	100,0	5.182	43,15	912,32	1094,79	364,93

Fonte: SHS, 2015

Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Assaraí no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	470	99,3	467	3,90	233,43	280,11	93,37
2016	307	36	481	470	99,5	468	3,90	224,83	269,79	89,93
2017	299	35	462	470	99,8	469	3,90	216,44	259,73	86,58
2018	291	34	443	463	100	463	3,90	205,17	246,20	82,07
2019	284	33	425	458	100	458	3,90	194,73	233,67	77,89
2020	276	32	408	445	100	445	3,90	181,43	217,72	72,57
2021	268	31	391	448	100	448	3,90	175,04	210,05	70,02
2022	260	31	374	446	100	446	3,90	166,88	200,26	66,75
2023	252	30	358	444	100	444	3,90	158,98	190,78	63,59
2024	236	28	327	438	100	438	3,90	143,27	171,92	57,31
2025	221	26	298	438	100	438	3,90	130,38	156,45	52,15
2026	205	24	270	432	100	432	3,90	116,50	139,80	46,60
2027	189	22	243	420	100	420	3,90	102,06	122,48	40,83
2028	185	21	235	412	100	412	3,90	96,80	116,16	38,72
2029	180	21	227	407	100	407	3,90	92,41	110,89	36,96
2030	176	20	219	407	100	407	3,90	89,26	107,12	35,71
2031	172	19	212	402	100	402	3,90	85,12	102,14	34,05
2032	167	18	204	402	100	402	3,90	82,14	98,56	32,85
2033	163	17	197	400	100	400	3,90	78,82	94,58	31,53
2034	159	16	190	396	100	396	3,90	75,20	90,25	30,08
2035	154	16	183	393	100	393	3,90	71,89	86,26	28,75
2036	150	15	176	391	100	391	3,90	68,84	82,61	27,54

Fonte: SHS, 2015

Quadro 9 - Projeção da demanda futura para Barra da Figueira no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População Urbana Projetada (hab.)	Índice de atendimento (%)	População Urbana Projetada Atendida (hab.)	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	315	37	500	555	99,3	551	4,60	275,64	330,77	110,26
2016	307	36	481	545	99,5	542	4,60	260,70	312,84	104,28
2017	299	35	462	536	99,8	535	4,60	246,84	296,21	98,74
2018	291	34	443	524	100	524	4,60	232,20	278,64	92,88
2019	284	33	425	502	100	502	4,60	213,44	256,12	85,37
2020	276	32	408	495	100	495	4,60	201,82	242,18	80,73
2021	268	31	391	481	100	481	4,60	187,93	225,52	75,17
2022	260	31	374	472	100	472	4,60	176,61	211,93	70,64
2023	252	30	358	458	100	458	4,60	164,00	196,79	65,60
2024	236	28	327	448	100	448	4,60	146,54	175,85	58,62
2025	221	26	298	435	100	435	4,60	129,48	155,38	51,79
2026	205	24	270	430	100	430	4,60	115,96	139,15	46,38
2027	189	22	243	422	100	422	4,60	102,55	123,06	41,02
2028	185	21	235	414	100	414	4,60	97,27	116,72	38,91
2029	180	21	227	392	100	392	4,60	89,00	106,81	35,60
2030	176	20	219	381	100	381	4,60	83,56	100,27	33,42
2031	172	19	212	372	100	372	4,60	78,77	94,52	31,51
2032	167	18	204	361	100	361	4,60	73,76	88,51	29,50
2033	163	17	197	353	100	353	4,60	69,56	83,47	27,82
2034	159	16	190	345	100	345	4,60	65,52	78,62	26,21
2035	154	16	183	333	100	333	4,60	60,91	73,09	24,36
2036	150	15	176	314	100	314	4,60	55,28	66,34	22,11

Fonte: SHS, 2015

Considerando-se que a oferta não se altere até o final do horizonte de planejamento, foi realizado o balanço entre a oferta e a demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas (Quadro 10 ao Quadro 12).

Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	4.424	2212,61	2831,77	619,16
2016	4.477	2151,64	2831,77	680,12
2017	4.530	2091,22	2831,77	740,55
2018	4.581	2029,97	2831,77	801,80
2019	4.627	1967,27	2831,77	864,49
2020	4.668	1903,18	2831,77	928,59
2021	4.698	1835,58	2831,77	996,19
2022	4.741	1773,96	2831,77	1057,81
2023	4.780	1711,57	2831,77	1120,20
2024	4.817	1575,61	2831,77	1256,16
2025	4.852	1444,27	2831,77	1387,49
2026	4.886	1317,61	2831,77	1514,15
2027	4.909	1192,92	2831,77	1638,84
2028	4.949	1162,75	2831,77	1669,02
2029	4.982	1131,17	2831,77	1700,59
2030	5.005	1097,69	2831,77	1734,07
2031	5.031	1065,28	2831,77	1766,49
2032	5.072	1036,31	2831,77	1795,46
2033	5.094	1003,74	2831,77	1828,03
2034	5.127	973,67	2831,77	1858,10
2035	5.157	943,30	2831,77	1888,47
2036	5.182	912,32	2831,77	1919,44

Fonte: SHS, 2015

Quadro 11 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Assaraí no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	467	233,43	298,75	65,32
2016	468	224,83	298,75	73,92
2017	469	216,44	298,75	82,31
2018	463	205,17	298,75	93,58

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2019	458	194,73	298,75	104,02
2020	445	181,43	298,75	117,32
2021	448	175,04	298,75	123,71
2022	446	166,88	298,75	131,87
2023	444	158,98	298,75	139,77
2024	438	143,27	298,75	155,48
2025	438	130,38	298,75	168,37
2026	432	116,50	298,75	182,25
2027	420	102,06	298,75	196,69
2028	412	96,80	298,75	201,95
2029	407	92,41	298,75	206,34
2030	407	89,26	298,75	209,49
2031	402	85,12	298,75	213,63
2032	402	82,14	298,75	216,61
2033	400	78,82	298,75	219,93
2034	396	75,20	298,75	223,55
2035	393	71,89	298,75	226,86
2036	391	68,84	298,75	229,91

Fonte: SHS, 2015

Quadro 12 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Barra da Figueira no cenário normativo

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2015	551	275,64	352,78	77,13
2016	542	260,70	352,78	92,08
2017	535	246,84	352,78	105,94
2018	524	232,20	352,78	120,58
2019	502	213,44	352,78	139,34
2020	495	201,82	352,78	150,96
2021	481	187,93	352,78	164,85
2022	472	176,61	352,78	176,17
2023	458	164,00	352,78	188,78
2024	448	146,54	352,78	206,24
2025	435	129,48	352,78	223,29
2026	430	115,96	352,78	236,82
2027	422	102,55	352,78	250,23
2028	414	97,27	352,78	255,51
2029	392	89,00	352,78	263,77
2030	381	83,56	352,78	269,22
2031	372	78,77	352,78	274,01

Ano de Referência	População urbana projetada atendida (hab.)	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo (m³/dia)
2032	361	73,76	352,78	279,02
2033	353	69,56	352,78	283,22
2034	345	65,52	352,78	287,26
2035	333	60,91	352,78	291,87
2036	314	55,28	352,78	297,50

Fonte: SHS, 2015

Neste novo cenário foram obtidos saldos bem maiores em relação ao primeiro caso. Conclui-se, portanto, que, se atingidas as metas, seria possível reduzir os gastos envolvidos na operação da ETA, como no consumo de produtos químicos e na energia elétrica utilizada no processo de tratamento.

2.1.2. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda

2.1.2.1. Sede

Atualmente a captação de água do município é realizada nos córregos Monjolo e Corredeira. Ambos os córregos são localizados na bacia hidrográfica do Rio Doce, mais especificamente na sub-bacia do Manhuaçu.

Com o intuito de se avaliar a vazão disponível no córrego, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$, que é a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, com base nos dados fornecidos pelo Atlas Digital das Águas de Minas.

Conforme a Resolução nº 1548 de 29 de março 2012, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), bem como do IGAM, o limite máximo da vazão de captação é de 50% da vazão $Q_{7,10}$ do manancial, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da vazão $Q_{7,10}$. Sendo assim, foram comparados os valores das vazões outorgável e captada, como é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Vazões nos mananciais utilizados na sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego Monjolo	4,7	2,3	9,0
Córrego Corredeira	13,7	6,8	30,0

Fonte: SHS, 2015

Nos casos em que o curso d'água é regularizado pelo interessado a mesma resolução da SEMAD e do IGAM permite que a vazão outorgada seja superior ao limite máximo estabelecido na bacia, aproveitando-se o potencial de regularização, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo para jusante, estabelecido na bacia, que é de 50% da vazão $Q_{7,10}$.

Este caso é constatado em Pocrane, pois de acordo com o diagnóstico realizado no município, no local de captação de água, há uma barragem de concreto. Como essa captação não possui outorga, será necessário que esta seja solicitada junto ao IGAM. Para isso, as estruturas de regularização da vazão devem atender às exigências da Resolução SEMAD 1548/12.

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre as vazões outorgável dos mananciais utilizados atualmente e a demanda futura de água (Quadro 14).

Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável nos mananciais e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)			Demanda (L/s)
	Córrego Monjolo	Córrego Corredeira	Total	
2015	2,3	6,8	9,2	25,61
2016	2,3	6,8	9,2	24,90
2017	2,3	6,8	9,2	24,20
2018	2,3	6,8	9,2	23,50
2019	2,3	6,8	9,2	22,77
2020	2,3	6,8	9,2	22,03
2021	2,3	6,8	9,2	21,25
2022	2,3	6,8	9,2	20,53
2023	2,3	6,8	9,2	19,81
2024	2,3	6,8	9,2	18,24
2025	2,3	6,8	9,2	16,72
2026	2,3	6,8	9,2	15,25
2027	2,3	6,8	9,2	13,81
2028	2,3	6,8	9,2	13,46
2029	2,3	6,8	9,2	13,09
2030	2,3	6,8	9,2	12,70
2031	2,3	6,8	9,2	12,33
2032	2,3	6,8	9,2	11,99
2033	2,3	6,8	9,2	11,62
2034	2,3	6,8	9,2	11,27
2035	2,3	6,8	9,2	10,92
2036	2,3	6,8	9,2	10,56

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser verificado, ocorre uma diminuição da demanda de água ao longo do plano e, mesmo assim, seu valor é maior que as vazões outorgáveis a fio d'água nos mananciais de captação.

Vale ressaltar que a vazão de captação é maior que a de demanda. No caso do ano de 2015, por exemplo, observa-se que existe uma diferença de 34% entre as duas vazões. Isso pode ser devido ao fato de o município de Pocrane não possuir o valor exato do índice de perdas na distribuição como já mencionado anteriormente. Logo, assumindo-se, como um fator de segurança, que haja a mesma diferença de taxa entre as duas vazões até o final do plano, conclui-se que a vazão de captação ao fim do plano seria de 45,4 L/s. Este valor excede o limite de captação a fio d'água recomendado.

Apesar da utilização da barragem de captação permitir que isto ocorra, é importante sempre a verificar o funcionamento da estrutura. Isso para que se possa garantir tanto a ocorrência da captação do volume de água necessário, quanto para assegurar que a vazão mínima esteja sendo disponibilizada no trecho a jusante à barragem, que deverá ser de 2,3 L/s e 6,8 L/s para os córregos Monjolo e Corredeira, respectivamente. Além disso, é importante que a manutenção dos equipamentos utilizados no sistema de abastecimento de água seja feita de forma regular e adequada.

A despeito da importância do conhecimento da qualidade da água dos corpos hídricos, não foram encontradas informações referentes aos córregos em questão para se verificar a qualidade da água que é utilizada para o abastecimento. Logo, necessitam-se realizar análises laboratoriais da água captada e da tratada, para saber se a água utilizada é adequada para o abastecimento.

Quanto à mananciais alternativos, ao se avaliar, de forma preliminar, as condições de viabilidade econômico-financeira e de segurança no que concerne à qualidade da água, a melhor solução para a captação de água visando o abastecimento público seria o manancial subterrâneo, visto que seu empreendimento, via de regra, é menos oneroso ao município que a captação superficial feita em locais ermos e distantes dos pontos de tratamento e distribuição. Também é comum que a qualidade da água do manancial subterrâneo supere a do manancial superficial. Nesse sentido, propõe-se que sejam perfurados poços próximos à ETA ou à captação atual, primeiro para verificar a possibilidade de se manter a captação subterrânea como

reserva da superficial para ser utilizada em casos de emergência ou de contingência (reparos, etc.) e, caso seja necessário, verificar a possibilidade mesma de substituição do atual manancial, caso os testes de qualidade e quantidade forem favoráveis.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para a captação que seja adequado para o abastecimento público da sede. Para tanto foram considerados os seguintes critérios:

- Proximidade com a sede: o manancial deve se localizar próximo ao município para se reduzir o gasto no sistema de adução, além de diminuir a perda de água durante este processo;
- Disponibilidade hídrica: a vazão outorgável calculada a partir da $Q_{7,10}$ do manancial deve atender a demanda da população;
- Qualidade da água: o manancial deve apresentar qualidade adequada para ser destinada ao consumo humano, assim, considerou-se:
    - Mata ciliar deve estar bem conservada, a fim de se garantir uma melhor qualidade da água do manancial.
    - Ponto de captação em corpo hídrico que não receba esgotos ou efluentes de indústrias.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no rio São Matheus. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 1 - Localização do novo ponto proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 2 - Visão panorâmica do local proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 900m de distância da ETA. Assim, será preciso verificar as possibilidade de adução de 900m até a ETA.

O Quadro 15 apresenta os dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas e com o uso da ferramenta AutoCAD. Com base na vazão outorgável do corpo hídrico, foi feita a comparação entre esta e a demanda futura, como é mostrada no Quadro 16.

Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Rio São Matheus	7.827.817m	223.183 m	41,92	62,24	31,12

Fonte: SHS (2015)

Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio São Matheus	Total
2015	31,12	25,61
2016	31,12	24,90
2017	31,12	24,20
2018	31,12	23,50
2019	31,12	22,77
2020	31,12	22,03
2021	31,12	21,25
2022	31,12	20,53
2023	31,12	19,81
2024	31,12	18,24
2025	31,12	16,72
2026	31,12	15,25
2027	31,12	13,81
2028	31,12	13,46
2029	31,12	13,09
2030	31,12	12,70
2031	31,12	12,33
2032	31,12	11,99
2033	31,12	11,62
2034	31,12	11,27
2035	31,12	10,92
2036	31,12	10,56

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender as demandas atuais e futuras, mesmo com o aumento da mesma.

A qualidade do rio no ponto em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH – Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto.

2.1.2.2. Assaraí

No caso do distrito de Assaraí, a captação da água de abastecimento público é feita no rio José Pedro. Assim como os mananciais de captação da sede, este corpo hídrico também pertence à sub-bacia do Manhuaçu.

Comparando-se a vazão outorgável e captada, considerando-se a resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da SEMAD e IGAM, mencionado no item anterior (2.1.2.1), foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 - Vazão no manancial utilizado em Assaraí

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Rio José Pedro	6,79	3,39	2,70

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser visualizada no quadro, a vazão captada é baixa em relação à vazão outorgável do manancial, correspondendo a 79,6% da vazão outorgável.

Para comparar o quadro do SAA no futuro com a capacidade de fornecimento de água do manancial, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do corpo hídrico utilizado atualmente e a demanda futura de água (Quadro 18).

Quadro 18 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura em Assaraí

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio José Pedro	
2015	3.394	2,7
2016	3.394	2,7
2017	3.394	2,7
2018	3.394	2,7
2019	3.394	2,6
2020	3.394	2,6
2021	3.394	2,6

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Rio José Pedro	
2022	3.394	2,6
2023	3.394	2,6
2024	3.394	2,5
2025	3.394	2,5
2026	3.394	2,5
2027	3.394	2,4
2028	3.394	2,4
2029	3.394	2,3
2030	3.394	2,3
2031	3.394	2,3
2032	3.394	2,3
2033	3.394	2,3
2034	3.394	2,3
2035	3.394	2,3
2036	3.394	2,2

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser visto, não há indícios de risco de escassez hídrica ao longo do plano, devido à diminuição da população local.

Conclui-se que o distrito apresenta uma alta disponibilidade hídrica comparada à sua demanda. Apesar da abundância hídrica, é importante que haja sempre a manutenção regular e adequada da infraestrutura do sistema de abastecimento de água, a fim de garantir o tratamento de qualidade.

Assim com no caso dos mananciais de abastecimento da sede, não foram encontradas as informações a respeito da qualidade da água do corpo hídrico em questão. Portanto, é necessário realizar análises laboratoriais da água captada e da tratada para se conhecer se as mesmas apresentam qualidades adequadas para o abastecimento público.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para a captação que seja adequado para o abastecimento público do distrito. Para tanto foram considerados os mesmos critérios para a sede.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação na confluência no córrego São Sebastião. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 3 - Localização do novo ponto proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 4 - Visão panorâmica do local proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1,1km de distância da ETA. Assim, será preciso verificar as possibilidade de adução de 1,1kmm até a ETA.

O Quadro 15 apresenta os dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas e com o uso da ferramenta AutoCAD. Com base na vazão outorgável do corpo hídrico, foi feita a comparação entre esta e a demanda futura, como é mostrada no Quadro 16.

Quadro 19 - Dados referentes ao manancial de captação proposto

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Córrego São Sebastião	7.830.707 m	241.035 m	7,55	9,76	4,88

Fonte: SHS (2015)

Quadro 20 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego São Sebastião	Total
2015	4,88	2,7
2016	4,88	2,7
2017	4,88	2,7
2018	4,88	2,7
2019	4,88	2,6
2020	4,88	2,6
2021	4,88	2,6
2022	4,88	2,6
2023	4,88	2,6
2024	4,88	2,5
2025	4,88	2,5
2026	4,88	2,5
2027	4,88	2,4
2028	4,88	2,4
2029	4,88	2,3
2030	4,88	2,3
2031	4,88	2,3
2032	4,88	2,3
2033	4,88	2,3
2034	4,88	2,3
2035	4,88	2,3
2036	4,88	2,2

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender as demandas atuais e futuras, mesmo com o aumento da mesma.

A qualidade do rio no ponto em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH – Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto.

2.1.2.3. Barra da Figueira

No caso do distrito de Barra de Figueira, a captação da água de abastecimento público é feita no córrego Alto Criminosa e segue para a população sem nenhuma forma de tratamento da água. Assim como os mananciais de captação da sede, este corpo hídrico também pertence à sub-bacia do Manhuaçu.

Comparando-se a vazão outorgável, considerando-se a resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da SEMAD e IGAM, mencionado no item anterior (2.1.2.1), foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 17.

Quadro 21 - Vazão no manancial utilizado em Assaraí

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)
Córrego Alto Criminosa	2,03	1,02

Fonte: SHS, 2015

Vale ressaltar que atualmente não se sabe qual é a vazão de adução no ponto de captação, devido à falta de instrumentos de medição.

Para comparar o quadro do SAA no futuro com a capacidade de fornecimento de água do manancial, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do corpo hídrico utilizado atualmente e a demanda futura de água (Quadro 18).

Quadro 22 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura em Barra de Figueira

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Alto Criminosa	
2015	1,02	3,2
2016	1,02	3,0
2017	1,02	2,9
2018	1,02	2,7
2019	1,02	2,5
2020	1,02	2,3

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Alto Criminosa	
2021	1,02	2,2
2022	1,02	2,0
2023	1,02	1,9
2024	1,02	1,7
2025	1,02	1,5
2026	1,02	1,3
2027	1,02	1,2
2028	1,02	1,1
2029	1,02	1,0
2030	1,02	1,0
2031	1,02	0,9
2032	1,02	0,9
2033	1,02	0,8
2034	1,02	0,8
2035	1,02	0,7
2036	1,02	0,6

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser verificado, ocorre uma diminuição da demanda de água ao longo do plano, atingindo valores abaixo da vazão outorgável do córrego. Porém atualmente o valor da demanda é superior ao da vazão outorgável do córrego. A implantação de uma barragem no local de captação seria alternativa para o atendimento da demanda atual.

Apesar da utilização da barragem de captação permitir que ocorra uma captação maior do que a vazão outorgável, é importante sempre verificar o funcionamento da estrutura. Isso para que se possa garantir tanto a ocorrência da captação do volume de água necessário, quanto para assegurar que a vazão mínima esteja sendo disponibilizada no trecho a jusante à barragem, que deverá ser de 1,02 L/s para o córrego Alto Criminosa. Além disso, é importante que a manutenção dos equipamentos utilizados no sistema de abastecimento de água seja feita de forma regular e adequada.

Faz-se necessária, também, a perfuração poços subterrâneos, de preferencia próximos a área do reservatório, para servirem de reserva do sistema em momentos de escassez hídrica.

A despeito da importância do conhecimento da qualidade da água dos corpos hídricos, não foram encontradas informações referentes ao córrego em questão para se verificar a qualidade da água que é utilizada para o abastecimento. Logo, necessitam-se realizar análises laboratoriais da água captada e da tratada, para saber se a água utilizada é adequada para o abastecimento.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para a captação que seja adequado para o abastecimento público do distrito. Para tanto foram considerados os mesmos critérios para a sede.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação na confluência no ribeirão da Figueira. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 5 - Localização do novo ponto proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 6 - Visão panorâmica do local proposto

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

O local mostrado nas figuras fica a cerca de 1,2km de distância do reservatório existente para atender a população local. Assim, será preciso verificar as possibilidade de adução de 1,2km até a futura ETA, pois é proposto que se a instale nas proximidades do reservatório existente.

O Quadro 15 apresenta os dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas e com o uso da ferramenta AutoCAD. Com base na vazão outorgável do corpo hídrico, foi feita a comparação entre esta e a demanda futura, como é mostrada no Quadro 16.

Quadro 23 - Dados referentes ao manancial de captação proposto

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		$Q_{7,10}$	$Q_{outorgável}$
Ribeirão da Figueira	7.830.424 m	231.056 m	57,59	87,72	43,86

Fonte: SHS (2015)

Quadro 24 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Ribeirão da Figueira	Total
2015	43,86	3,2
2016	43,86	3,0
2017	43,86	2,9
2018	43,86	2,7
2019	43,86	2,5
2020	43,86	2,3
2021	43,86	2,2
2022	43,86	2,0
2023	43,86	1,9
2024	43,86	1,7
2025	43,86	1,5
2026	43,86	1,3
2027	43,86	1,2
2028	43,86	1,1
2029	43,86	1,0
2030	43,86	1,0
2031	43,86	0,9
2032	43,86	0,9
2033	43,86	0,8
2034	43,86	0,8
2035	43,86	0,7
2036	43,86	0,6

Fonte: SHS (2015)

Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender as demandas atuais e futuras, mesmo com o aumento da mesma.

A qualidade do rio no ponto em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH – Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto.

2.1.2.4. Áreas rurais

Como foi levantado no diagnóstico, atualmente existem reservatórios que abastecem as áreas rurais. Porém, o sistema utilizado não atende toda a população

local, tendo a necessidade de se implementarem novos meios de abastecimento público das localidades.

Uma das alternativas seria o sistema de captação do manancial subterrâneo por meio da perfuração de poços rasos ou cisternas que abasteçam as residências isoladamente.

Para a perfuração deste tipo de poço, deve-se primeiramente aferir a qualidade da água, pois, em regiões rurais, a água está mais sujeita à contaminação por água de chuva (poluição indireta), dejetos de animais, infiltração de esgotos no solo, por agrotóxicos, resíduos sólidos depositados de forma incorreta no ambiente. Sendo assim, há a necessidade de se ter os devidos asseios, desde o momento de instalação até a operação das estruturas.

Sabe-se que a qualidade da água de poços rasos ou cisternas está diretamente relacionada com o tipo de solo e, principalmente, à localização deles na propriedade. Estima-se que essas estruturas devem estar situadas a pelo menos 30 metros de currais, estábulos, galinheiros, pocilgas, sumidouros e valas de infiltração ou qualquer outra fonte de contaminação. Deve-se ainda evitar locais com risco de inundações e os meandros preferenciais das águas de enxurrada.

Além do poço raso ou cisterna ter a necessidade de ser bem fechado e tampado, a construção deve se estender 40 a 60 cm acima do nível do solo e a superfície do terreno ao redor do poço raso ou cisterna deve ter sua inclinação voltada para fora da abertura do poço raso ou cisterna, evitando assim vários tipos de contaminação.

Caso exista conjunto de residências próximas entre si, é recomendado que o sistema de abastecimento seja centralizado, por meio da captação de água em poços tubulares profundo que tenham capacidade de atender a demanda local.

Antes de implantar um poço deve-se estudar o local aferindo pelo menos:

- Perfis geológicos e hidrogeológicos;
- Comportamento e disposições das feições estruturais da região;
- Poços existentes, quanto à profundidade, tipo de aquífero, tipo de rochas perfuradas, volume de água bombeada, características hidroquímicas, etc.

Escolhido o melhor local, a perfuração deverá se processar de acordo com as

normas técnicas e dentro de uma tecnologia que possibilite a maior segurança possível.

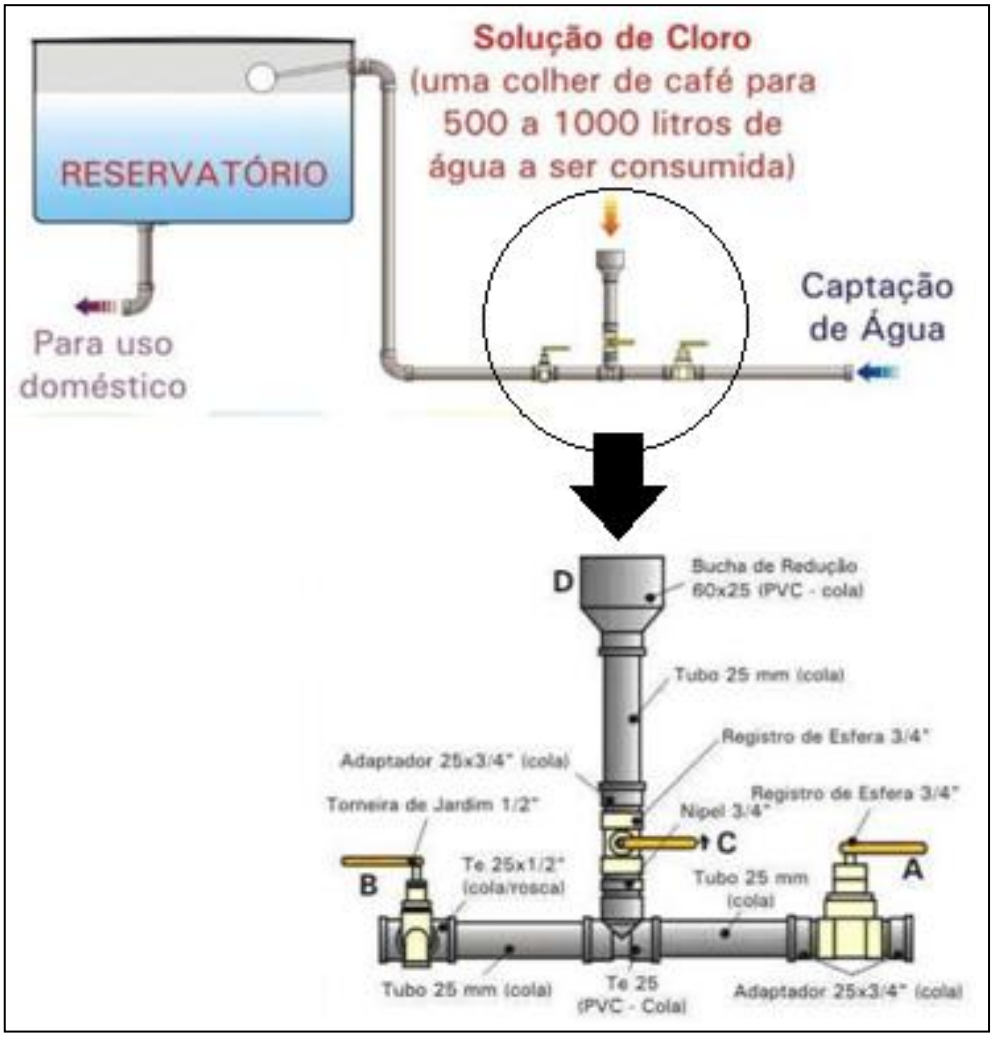
A captação subterrânea tem as seguintes vantagens:

- Custo por m³ inferior a qualquer outra forma de abastecimento;
- Em alguns casos há a possibilidade de consumo direto sem necessidade de tratamento prévio;
- Possibilidade de abastecimento para todos os fins: cidades, residências, hotéis, indústrias, fazendas, hospitais, escolas, etc.

A água captada em poços tanto rasos quanto profundos deve receber tratamento por desinfecção pelo processo de cloração antes do seu consumo.

Uma das opções de estrutura de tratamento por cloração que pode ser utilizado em áreas rurais é o *Clorador EMBRAPA*. Este equipamento de adição de cloro pode ser construído com baixo custo (aproximadamente R$50,00) e utilizando-se materiais de fácil acesso (casas de construção). O funcionamento se dá pela aplicação diária de 1,5g a 2g de hipoclorito de cálcio a cada metro cúbico de água, e assim, atendendo assim à Portaria do 2914/2011 do Ministério da Saúde. A Figura 7 ilustra esquematicamente como se dá este processo de cloração.

Figura 7 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa



Fonte: Embrapa (2013)

Como pode ser visto na ilustração sobre o equipamento, a água captada passa pelo processo de cloração e então deve ser encaminhada para o reservatório. Do reservatório, a água então deve ser distribuída às residências.

Além dos processos adequados de perfuração dos poços, captação e tratamento, deve haver a manutenção adequada dos mesmos. A EMATER-MG recomenda que sejam feitas a limpeza e a desinfecção dos poços ao menos uma vez ao ano.

2.1.3. Eventos de Emergência e Contingência

Os sistemas de saneamento básico devem apresentar segurança e estabilidade operacional garantidas. Neste contexto, é importante identificar eventos de emergência

e contingência para que seja possível antecipar medidas a serem tomadas nestas ocasiões, reduzindo a vulnerabilidade e aumentando a segurança dos sistemas.

A seguir estão listados potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Abastecimento de Água - SAA.

A fim de facilitar a compreensão, estes eventos foram separados em operacionais, de gestão e gerenciamento, e eventos dotados de imprevisibilidade ou imprevisíveis. Note-se que esta separação é puramente didática, uma vez que bom funcionamento e durabilidade dos equipamentos e componentes dos sistemas são altamente dependentes da gestão eficiente dos mesmos.

2.1.3.1. Operacionais

- **Ocorrência de danos (rompimento, vazamento, corrosão) no sistema de adução ou distribuição de água**: a ocorrência de danos nas estruturas de adução e distribuição de água pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento. Vazamentos frequentes na rede de distribuição de água também implicam no aumento do custo do tratamento uma vez que água tratada é desperdiçada.
- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento**: a ocorrência de avarias nas estações elevatórias pode levar à diminuição da vazão de água disponibilizada pelo sistema e até mesmo à interrupção do abastecimento.
- **Rompimento de barramentos em reservatórios**: o rompimento de barramentos em reservatórios pode colocar em risco a segurança da população de entorno e reduzir a disponibilidade hídrica, diminuindo e até mesmo interrompendo o abastecimento de água pelo sistema.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água**: os operadores do SAA estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como cortes, quedas, choques elétricos, afogamentos, contaminação por produtos químicos, etc.
- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de produção de água**: o vazamento de produtos químicos em uma ETA coloca em risco a segurança e a saúde dos operadores da estação e pode tornar a água imprópria para consumo, causando interrupção local ou generalizada na oferta de água potável pelo SAA.

- **Interrupção do fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação, tratamento de água ou sistemas de bombeamento**: a interrupção do fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação e tratamento pode causar interrupção local ou generalizada da oferta de água potável pelo SAA. Atenta-se para o fato de esse tipo de empreendimento precisar ter um gerador de energia para alimentar o sistema por algumas horas, enquanto é providenciada a retomada do fornecimento.

2.1.3.2. Gestão e gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água**: a paralisação de funcionários do SAA pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.
- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETA**: o mau gerenciamento das compras e do estoque de produtos químicos necessários para o tratamento da água pode acarretar a diminuição da eficiência do tratamento, bem como outros possíveis problemas operacionais e até mesmo a interrupção do abastecimento.

2.1.3.3. Imprevisíveis

- **Redução da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem além do esperado:** em períodos de seca, a disponibilidade de água nos mananciais superficiais e subterrâneos pode ser reduzida de maneira a interromper, de forma local ou generalizada, o abastecimento de água pelo sistema.
- **Contaminação das fontes (mananciais) de água**: a contaminação da água de um manancial pode levar à necessidade de se realizar alterações no sistema de tratamento ou até mesmo à suspensão do uso do corpo hídrico como fonte de água. Estes fatos podem levar ao aumento do custo e da complexidade do tratamento, bem como à redução da disponibilidade hídrica ou até mesmo à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição)**: a contaminação da água no sistema de distribuição pode colocar em

risco a saúde da população atendida pelo sistema bem como levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às estruturas do SAA, levando à interrupção local ou generalizada do serviço.
- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SAA**: a ocorrência de incêndios no SAA coloca em risco a segurança dos operadores do sistema e da população de entorno, além de poder levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento de água.
- **Avarias no gerador de energia**: falta de fornecimento de energia elétrica aos equipamentos do SAA pode levar à interrupção local do abastecimento de água.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

2.2.1. Projeções e estimativa de demanda do Serviço de Esgotamento Sanitário

A fim de se estimar a geração de esgoto no município em um horizonte de planejamento de 20 anos – de 2016 a 2036 – foram consideradas as projeções populacionais para estes anos, bem como dados fornecidos pelo SNIS e parâmetros adotados com base em dados da literatura e em estudos previamente elaborados.

Inicialmente, foram calculadas as vazões média, máxima diária, máxima horária e mínima de esgoto doméstico através da Equação 3 a Equação 6, considerando que o consumo de água *per capita* mantém-se constante ao longo dos anos e que ocorra o incremento gradual do índice de atendimento até chegar a 100% em 2036.

Vazão média ($Qd_{méd}$):

$$Qd_{méd} = P \times q \times C$$

Equação 3

Vazão máxima diária ($Qd_{máxd}$):

$$Qd_{máxd} = P \times q \times C \times k_1$$

Equação 4

Vazão máxima horária ($Qd_{máxh}$):

$$Qd_{máxh} = P \times q \times C \times k_1 \times k_2$$

Equação 5

Vazão mínima (Qd_{min}):

$$Qd_{min} = P \times q \times C \times k_3$$

Equação 6

Onde Q_d = vazão de esgoto doméstico (L/s);

P = população atendida (hab.);

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

C = coeficiente de retorno;

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

k_3 = coeficiente de mínima vazão.

Em seguida, através da Equação 7 e a partir da estimativa do comprimento da rede de esgoto e da taxa de infiltração adotada foi calculada a evolução da vazão de infiltração.

$$Q_{inf} = L \times i$$

Equação 7

Onde Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s);

L = comprimento da rede de esgoto (km);

i = taxa de infiltração de água na rede de esgoto (L/s.km).

Por fim, foram calculadas as vazões sanitárias, somando-se as vazões de esgoto à contribuição de infiltração, como demonstram as equações apresentadas a seguir (Equações Equação 8, Equação 9, Equação 10, Equação 11):

Vazão média ($Qs_{méd}$):

$$Qs_{méd} = Qd_{méd} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima diária ($Qs_{máxd}$):

$$Qs_{máxd} = Qd_{máxd} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão máxima horária ($Qs_{máxh}$):

$$Qs_{máxh} = Qd_{máxh} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão mínima (Qd_{min}):

$$Qs_{mín} = Qd_{mín} + Q_{inf}$$

Equação 11

Segundo dados de 2013 do SNIS, o consumo médio *per capita* de água é 315,1 L/hab.dia. Adotando-se os coeficientes C = 0,8, k_1 = 1,2, k_2 = 1,5 e k_3 = 0,5 (Jordão e Pessôa, 2005) e com base na população prevista a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, foram calculadas as vazões de esgoto doméstico. Do Quadro 25 ao Quadro 27 são apresentados os resultados obtidos para a sede, Assaraí e Barra da Figueira, respectivamente.

Quadro 25 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico da sede

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	4.455	99	315	6,45	12,91	15,49	23,23
2016	4.498	99	315	6,52	13,04	15,64	23,46
2017	4.541	99	315	6,58	13,16	15,80	23,70
2018	4.581	99	315	6,64	13,29	15,94	23,91
2019	4.627	99	315	6,71	13,42	16,11	24,16
2020	4.668	99	315	6,77	13,55	16,26	24,38
2021	4.698	100	315	6,82	13,64	16,37	24,55
2022	4.741	100	315	6,88	13,77	16,52	24,78
2023	4.780	100	315	6,94	13,89	16,66	24,99
2024	4.817	100	315	7,00	14,00	16,80	25,20
2025	4.852	100	315	7,05	14,10	16,93	25,39
2026	4.886	100	315	7,10	14,21	17,05	25,57
2027	4.909	100	315	7,14	14,28	17,14	25,70
2028	4.949	100	315	7,20	14,40	17,28	25,92
2029	4.982	100	315	7,25	14,50	17,40	26,10
2030	5.005	100	315	7,29	14,57	17,49	26,23
2031	5.031	100	315	7,33	14,65	17,58	26,38
2032	5.072	100	315	7,39	14,78	17,73	26,60
2033	5.094	100	315	7,42	14,85	17,82	26,73
2034	5.127	100	315	7,47	14,95	17,94	26,91
2035	5.157	100	315	7,52	15,04	18,05	27,07
2036	5.182	100	315	7,56	15,12	18,14	27,21

Fonte: SHS (2015)

Quadro 26 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Assaraí

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	470	99	315	0,68	1,36	1,63	2,45
2016	470	99	315	0,68	1,36	1,63	2,45
2017	470	99	315	0,68	1,36	1,64	2,45
2018	463	99	315	0,67	1,34	1,61	2,42

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2019	458	99	315	0,66	1,33	1,59	2,39
2020	445	99	315	0,65	1,29	1,55	2,32
2021	448	100	315	0,65	1,30	1,56	2,34
2022	446	100	315	0,65	1,30	1,55	2,33
2023	444	100	315	0,64	1,29	1,55	2,32
2024	438	100	315	0,64	1,27	1,53	2,29
2025	438	100	315	0,64	1,27	1,53	2,29
2026	432	100	315	0,63	1,26	1,51	2,26
2027	420	100	315	0,61	1,22	1,47	2,20
2028	412	100	315	0,60	1,20	1,44	2,16
2029	407	100	315	0,59	1,18	1,42	2,13
2030	407	100	315	0,59	1,19	1,42	2,13
2031	402	100	315	0,59	1,17	1,41	2,11
2032	402	100	315	0,59	1,17	1,41	2,11
2033	400	100	315	0,58	1,17	1,40	2,10
2034	396	100	315	0,58	1,15	1,39	2,08
2035	393	100	315	0,57	1,15	1,38	2,06
2036	391	100	315	0,57	1,14	1,37	2,05

Fonte: SHS (2015)

Quadro 27 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Barra da Figueira

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	555	99	315	0,80	1,61	1,93	2,89
2016	545	99	315	0,79	1,58	1,90	2,84
2017	536	99	315	0,78	1,55	1,86	2,80
2018	524	99	315	0,76	1,52	1,82	2,74
2019	502	99	315	0,73	1,46	1,75	2,62
2020	495	99	315	0,72	1,44	1,72	2,59
2021	481	100	315	0,70	1,40	1,68	2,51
2022	472	100	315	0,69	1,37	1,64	2,47
2023	458	100	315	0,67	1,33	1,60	2,39

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2024	448	100	315	0,65	1,30	1,56	2,34
2025	435	100	315	0,63	1,26	1,52	2,28
2026	430	100	315	0,63	1,25	1,50	2,25
2027	422	100	315	0,61	1,23	1,47	2,21
2028	414	100	315	0,60	1,20	1,45	2,17
2029	392	100	315	0,57	1,14	1,37	2,05
2030	381	100	315	0,55	1,11	1,33	2,00
2031	372	100	315	0,54	1,08	1,30	1,95
2032	361	100	315	0,53	1,05	1,26	1,89
2033	353	100	315	0,51	1,03	1,23	1,85
2034	345	100	315	0,50	1,01	1,21	1,81
2035	333	100	315	0,49	0,97	1,17	1,75
2036	314	100	315	0,46	0,92	1,10	1,65

Fonte: SHS (2015)

Para o cálculo das vazões de infiltração, foi adotada uma taxa de infiltração de 0,2L/s.km (Jordão e Pessôa, 2005). De acordo com o SNIS, em 2013, a extensão da rede existente era igual a 40 km e o número de população urbana atendida, no município, pelo sistema de esgotamento sanitário era de 5.399 habitantes. Sendo assim, pela razão entre esses dois últimos dados, obtém-se que o comprimento da rede por habitante é de 7 m/hab. Multiplicando-se este valor pelo número de habitantes de 2015, foi possível determinar a extensão total da rede neste ano.

A extensão prevista da rede para cada ano a partir de 2015 foi estimada considerando-se o incremento da população projetada e uma taxa de crescimento da rede, empiricamente determinada, de 3m/hab, conforme indica a bibliografia Von Sperling (2005). Com base nestes valores, foram obtidas as vazões de infiltração. Do Quadro 28 ao Quadro 30 são mostrados os resultados obtidos para a sede, Assaraí e Barra da Figueira, respectivamente.

Quadro 28 - Evolução da Contribuição de Infiltração na sede

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	População Urbana Atendida (hab)	Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2015	4.424	32.775	0	32.775	0,2	6,56
2016	4.468	32.775	133	32.908	0,2	6,58
2017	4.512	32.775	133	33.040	0,2	6,61
2018	4.554	32.775	124	33.164	0,2	6,63
2019	4.601	32.775	142	33.306	0,2	6,66
2020	4.643	32.775	127	33.433	0,2	6,69
2021	4.675	32.775	94	33.527	0,2	6,71
2022	4.719	32.775	133	33.660	0,2	6,73
2023	4.759	32.775	121	33.781	0,2	6,76
2024	4.798	32.775	115	33.897	0,2	6,78
2025	4.834	32.775	109	34.006	0,2	6,80
2026	4.870	32.775	107	34.113	0,2	6,82
2027	4.894	32.775	74	34.186	0,2	6,84
2028	4.936	32.775	125	34.311	0,2	6,86
2029	4.970	32.775	104	34.415	0,2	6,88
2030	4.995	32.775	74	34.489	0,2	6,90
2031	5.023	32.775	83	34.571	0,2	6,91
2032	5.065	32.775	128	34.699	0,2	6,94
2033	5.089	32.775	71	34.770	0,2	6,95
2034	5.124	32.775	104	34.874	0,2	6,97
2035	5.155	32.775	95	34.969	0,2	6,99
2036	5.182	32.775	80	35.050	0,2	7,01

Fonte: SHS (2015)

Quadro 29 - Evolução da Contribuição de Infiltração em Assaraí

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	População Urbana Atendida (hab)	Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2015	467	3.458	0	3.458	0,2	0,69
2016	467	3.458	0	3.458	0,2	0,69
2017	467	3.458	1	3.459	0,2	0,69

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	População Urbana Atendida (hab)	Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2018	460	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2019	455	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2020	443	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2021	446	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2022	444	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2023	442	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2024	436	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2025	436	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2026	431	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2027	419	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2028	411	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2029	406	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2030	406	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2031	401	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2032	401	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2033	400	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2034	396	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2035	393	3.458	0	3.459	0,2	0,69
2036	391	3.458	0	3.459	0,2	0,69

Fonte: SHS (2015)

Quadro 30 - Evolução da Contribuição de Infiltração em Barra da Figueira

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	População Urbana Atendida (hab)	Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2015	551	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2016	541	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2017	533	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2018	521	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2019	499	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2020	492	4.083	0	4.083	0,2	0,82

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	População Urbana Atendida (hab)	Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2021	479	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2022	470	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2023	456	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2024	446	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2025	433	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2026	429	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2027	421	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2028	413	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2029	391	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2030	380	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2031	371	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2032	361	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2033	353	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2034	345	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2035	333	4.083	0	4.083	0,2	0,82
2036	314	4.083	0	4.083	0,2	0,82

Fonte: SHS (2015)

Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para a sede, Assaraí e Barra da Figueira estão apresentados nos Quadro 31 ao Quadro 33, respectivamente.

Quadro 31 - Evolução da Vazão Sanitária da sede

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	4.424	13,01	19,46	22,04	29,79
2016	4.468	13,10	19,62	22,22	30,05
2017	4.512	13,19	19,77	22,41	30,30
2018	4.554	13,28	19,92	22,58	30,55
2019	4.601	13,37	20,08	22,77	30,82
2020	4.643	13,46	20,23	22,94	31,07

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2021	4.675	13,52	20,34	23,07	31,25
2022	4.719	13,62	20,50	23,25	31,51
2023	4.759	13,70	20,64	23,42	31,75
2024	4.798	13,78	20,78	23,58	31,98
2025	4.834	13,85	20,91	23,73	32,19
2026	4.870	13,93	21,03	23,87	32,40
2027	4.894	13,98	21,12	23,97	32,54
2028	4.936	14,06	21,26	24,14	32,78
2029	4.970	14,13	21,38	24,28	32,99
2030	4.995	14,18	21,47	24,39	33,13
2031	5.023	14,24	21,57	24,50	33,29
2032	5.065	14,33	21,72	24,67	33,54
2033	5.089	14,38	21,80	24,77	33,68
2034	5.124	14,45	21,92	24,91	33,88
2035	5.155	14,51	22,03	25,04	34,07
2036	5.182	14,57	22,13	25,15	34,22

Fonte: SHS (2015)

Quadro 32 - Evolução da Vazão Sanitária de Assaraí

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	467	1,37	2,05	2,33	3,14
2016	467	1,37	2,05	2,33	3,14
2017	467	1,37	2,05	2,33	3,14
2018	460	1,36	2,03	2,30	3,11
2019	455	1,36	2,02	2,29	3,08
2020	443	1,34	1,98	2,24	3,02
2021	446	1,34	1,99	2,25	3,03
2022	444	1,34	1,99	2,25	3,02
2023	442	1,34	1,98	2,24	3,01
2024	436	1,33	1,96	2,22	2,98

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2025	436	1,33	1,97	2,22	2,98
2026	431	1,32	1,95	2,20	2,95
2027	419	1,30	1,91	2,16	2,89
2028	411	1,29	1,89	2,13	2,85
2029	406	1,28	1,88	2,11	2,82
2030	406	1,28	1,88	2,11	2,82
2031	401	1,28	1,86	2,10	2,80
2032	401	1,28	1,86	2,10	2,80
2033	400	1,27	1,86	2,09	2,79
2034	396	1,27	1,85	2,08	2,77
2035	393	1,26	1,84	2,07	2,76
2036	391	1,26	1,83	2,06	2,75

Fonte: SHS (2015)

Quadro 33 - Evolução da Vazão Sanitária de Barra da Figueira

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	551	1,62	2,42	2,75	3,71
2016	541	1,61	2,40	2,71	3,66
2017	533	1,59	2,37	2,68	3,61
2018	521	1,58	2,34	2,64	3,55
2019	499	1,54	2,27	2,56	3,44
2020	492	1,53	2,25	2,54	3,40
2021	479	1,51	2,21	2,49	3,33
2022	470	1,50	2,19	2,46	3,28
2023	456	1,48	2,15	2,41	3,21
2024	446	1,47	2,12	2,38	3,16
2025	433	1,45	2,08	2,33	3,09
2026	429	1,44	2,07	2,32	3,07
2027	421	1,43	2,04	2,29	3,03
2028	413	1,42	2,02	2,26	2,99

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2029	391	1,39	1,96	2,19	2,87
2030	380	1,37	1,93	2,15	2,81
2031	371	1,36	1,90	2,12	2,77
2032	361	1,34	1,87	2,08	2,71
2033	353	1,33	1,85	2,05	2,67
2034	345	1,32	1,82	2,02	2,63
2035	333	1,30	1,79	1,98	2,56
2036	314	1,27	1,73	1,92	2,47

Fonte: SHS (2015)

A partir das vazões sanitárias é possível calcular a estimativa de carga e concentração de DBO e coliformes fecais (termotolerantes).

Segundo Von Sperling (2005), para esgotos predominantemente domésticos, é adotado como contribuição (carga) *per capita* de DBO o valor de 54 gDBO/hab.dia. Com base neste valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 12) e concentração de DBO (Equação 13) para cada ano.

$$Carga = População\ x\ Carga\ per\ capita$$

Equação 12

$$Concentração = \frac{Carga}{Vazão}$$

Equação 13

O córrego São Mateus, córrego Pocrane e rio José Pedro, que são os corpos receptores do município, são enquadrados como classe 2 de acordo com o Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu – PARH Manhuaçu de 2010, assim como todos os outros rios desta mesma sub-bacia. Sendo assim, o efluente despejado nesses corpos hídricos deve estar de acordo com os parâmetros permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com a Resolução CONAMA nº357/05, em seu art. 4º, rios de classe 2 são as águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e

de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca. De acordo com seu art. 15: “Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

“(...)V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O_2;(…)”

Considerando apenas a DBO como parâmetro, é possível fazer o cálculo da eficiência de remoção necessária para atendimento dos padrões estabelecidos.

$$E = \frac{S_o - S_f}{S_o} x100$$

Equação 14

Onde:

E= eficiência de remoção (%);

S_o= concentração inicial;

S_f= concentração final.

A seguir são apresentados os calculo de carga e concentração de DBO além da eficiência de remoção necessária considerando apenas este como parâmetro. Os resultados obtidos para sede, Assaraí e Barra da Figueira são mostrados do Quadro 34 ao Quadro 36, respectivamente.

Quadro 34 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	4.424	19,46	238,89	142,07	5,00	137,07	96,48
2016	4.468	19,62	241,27	142,35	5,00	137,35	96,49
2017	4.512	19,77	243,66	142,63	5,00	137,63	96,49
2018	4.554	19,92	245,89	142,88	5,00	137,88	96,50
2019	4.601	20,08	248,44	143,17	5,00	138,17	96,51
2020	4.643	20,23	250,73	143,42	5,00	138,42	96,51
2021	4.675	20,34	252,42	143,61	5,00	138,61	96,52
2022	4.719	20,50	254,82	143,87	5,00	138,87	96,52
2023	4.759	20,64	257,00	144,10	5,00	139,10	96,53
2024	4.798	20,78	259,08	144,32	5,00	139,32	96,54
2025	4.834	20,91	261,05	144,53	5,00	139,53	96,54
2026	4.870	21,03	262,96	144,72	5,00	139,72	96,55

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2027	4.894	21,12	264,29	144,86	5,00	139,86	96,55
2028	4.936	21,26	266,53	145,08	5,00	140,08	96,55
2029	4.970	21,38	268,40	145,27	5,00	140,27	96,56
2030	4.995	21,47	269,73	145,40	5,00	140,40	96,56
2031	5.023	21,57	271,22	145,54	5,00	140,54	96,56
2032	5.065	21,72	273,52	145,77	5,00	140,77	96,57
2033	5.089	21,80	274,80	145,89	5,00	140,89	96,57
2034	5.124	21,92	276,67	146,06	5,00	141,06	96,58
2035	5.155	22,03	278,39	146,22	5,00	141,22	96,58
2036	5.182	22,13	279,83	146,36	5,00	141,36	96,58

Fonte: SHS (2015)

Quadro 35 - Evolução da carga e concentração de DBO de Assaraí

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	467	2,05	25,20	142,07	5,00	137,07	96,48
2016	467	2,05	25,21	142,08	5,00	137,08	96,48
2017	467	2,05	25,22	142,09	5,00	137,09	96,48
2018	460	2,03	24,85	141,38	5,00	136,38	96,46
2019	455	2,02	24,59	140,88	5,00	135,88	96,45
2020	443	1,98	23,90	139,50	5,00	134,50	96,42
2021	446	1,99	24,07	139,84	5,00	134,84	96,42
2022	444	1,99	23,97	139,64	5,00	134,64	96,42
2023	442	1,98	23,87	139,44	5,00	134,44	96,41
2024	436	1,96	23,56	138,79	5,00	133,79	96,40
2025	436	1,96	23,57	138,81	5,00	133,81	96,40
2026	431	1,95	23,25	138,15	5,00	133,15	96,38
2027	419	1,91	22,61	136,78	5,00	131,78	96,34
2028	411	1,89	22,19	135,84	5,00	130,84	96,32
2029	406	1,88	21,93	135,25	5,00	130,25	96,30
2030	406	1,88	21,93	135,26	5,00	130,26	96,30
2031	401	1,86	21,67	134,66	5,00	129,66	96,29
2032	401	1,86	21,68	134,68	5,00	129,68	96,29
2033	400	1,86	21,58	134,45	5,00	129,45	96,28

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2034	396	1,85	21,37	133,96	5,00	128,96	96,27
2035	393	1,84	21,21	133,59	5,00	128,59	96,26
2036	391	1,83	21,11	133,35	5,00	128,35	96,25

Fonte: SHS (2015)

Quadro 36 - Evolução da carga e concentração de DBO de Barra da Figueira

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Concentração de DBO (mg/L) (Legislação)	Remoção de DBO (mg/L) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	551	2,42	29,76	142,07	5,00	137,07	96,48
2016	541	2,40	29,23	141,21	5,00	136,21	96,46
2017	533	2,37	28,76	140,42	5,00	135,42	96,44
2018	521	2,34	28,13	139,34	5,00	134,34	96,41
2019	499	2,27	26,95	137,25	5,00	132,25	96,36
2020	492	2,25	26,59	136,58	5,00	131,58	96,34
2021	479	2,21	25,84	135,17	5,00	130,17	96,30
2022	470	2,19	25,37	134,24	5,00	129,24	96,28
2023	456	2,15	24,62	132,74	5,00	127,74	96,23
2024	446	2,12	24,10	131,64	5,00	126,64	96,20
2025	433	2,08	23,40	130,16	5,00	125,16	96,16
2026	429	2,07	23,14	129,59	5,00	124,59	96,14
2027	421	2,04	22,72	128,64	5,00	123,64	96,11
2028	413	2,02	22,30	127,67	5,00	122,67	96,08
2029	391	1,96	21,12	124,86	5,00	119,86	96,00
2030	380	1,93	20,53	123,39	5,00	118,39	95,95
2031	371	1,90	20,05	122,15	5,00	117,15	95,91
2032	361	1,87	19,47	120,59	5,00	115,59	95,85
2033	353	1,85	19,04	119,43	5,00	114,43	95,81
2034	345	1,82	18,62	118,23	5,00	113,23	95,77
2035	333	1,79	17,98	116,37	5,00	111,37	95,70
2036	314	1,73	16,96	113,26	5,00	108,26	95,59

Fonte: SHS (2015)

Ainda segundo Von Sperling (2005), a contribuição *per capita* de coliformes fecais (termotolerantes), para esgotos predominantemente domésticos encontra-se em

uma faixa de 10^9 a 10^{12} org/hab.dia. Adota-se, para cálculo, o valor de 10^{12} org/hab.dia. Com base neste valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 15) e concentração de coliformes fecais (Equação 16) para cada ano.

$$Carga = População\ x\ Carga\ per\ capita$$

Equação 15

$$Concentração = \frac{Carga}{Vazão}$$

Equação 16

De acordo com a Resolução CONAMA nº357/05, já citada anteriormente, em seu art. 15: "Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

> "(...)II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. (...)

A seguir são apresentados os calculo de carga e concentração de coliformes termotolerantes, além da eficiência de remoção necessária considerando apenas estes como parâmetro. Os resultados obtidos para sede, Assaraí e Barra da Figueira são mostrados do Quadro 37 ao Quadro 39, respectivamente.

Quadro 37 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais da sede

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	4.424	19,46	$4,42x10^{15}$	2.630.860,94	100.000,00	2.530.860,94	96,20
2016	4.468	19,62	$4,47\ x10^{15}$	2.636.087,45	100.000,00	2.536.087,45	96,21
2017	4.512	19,77	$4,51\ x10^{15}$	2.641.235,07	100.000,00	2.541.235,07	96,21
2018	4.554	19,92	$4,55\ x10^{15}$	2.645.966,41	100.000,00	2.545.966,41	96,22
2019	4.601	20,08	$4,60\ x10^{15}$	2.651.300,70	100.000,00	2.551.300,70	96,23
2020	4.643	20,23	$4,64\ x10^{15}$	2.656.002,78	100.000,00	2.556.002,78	96,23

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2021	4.675	20,34	4,67 x10^{15}	2.659.447,44	100.000,00	2.559.447,44	96,24
2022	4.719	20,50	4,72 x10^{15}	2.664.250,25	100.000,00	2.564.250,25	96,25
2023	4.759	20,64	4,76 x10^{15}	2.668.561,80	100.000,00	2.568.561,80	96,25
2024	4.798	20,78	4,80 x10^{15}	2.672.608,84	100.000,00	2.572.608,84	96,26
2025	4.834	20,91	4,83 x10^{15}	2.676.400,31	100.000,00	2.576.400,31	96,26
2026	4.870	21,03	4,87 x10^{15}	2.680.046,18	100.000,00	2.580.046,18	96,27
2027	4.894	21,12	4,89 x10^{15}	2.682.542,95	100.000,00	2.582.542,95	96,27
2028	4.936	21,26	4,94 x10^{15}	2.686.718,76	100.000,00	2.586.718,76	96,28
2029	4.970	21,38	4,97 x10^{15}	2.690.151,52	100.000,00	2.590.151,52	96,28
2030	4.995	21,47	4,99 x10^{15}	2.692.571,84	100.000,00	2.592.571,84	96,29
2031	5.023	21,57	5,02 x10^{15}	2.695.265,02	100.000,00	2.595.265,02	96,29
2032	5.065	21,72	5,07 x10^{15}	2.699.373,03	100.000,00	2.599.373,03	96,30
2033	5.089	21,80	5,09 x10^{15}	2.701.629,85	100.000,00	2.601.629,85	96,30
2034	5.124	21,92	5,12 x10^{15}	2.704.905,28	100.000,00	2.604.905,28	96,30
2035	5.155	22,03	5,16 x10^{15}	2.707.867,78	100.000,00	2.607.867,78	96,31
2036	5.182	22,13	5,18 x10^{15}	2.710.341,67	100.000,00	2.610.341,67	96,31

Fonte: SHS (2015)

Quadro 38 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais de Assaraí

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	467	2,05	4,67x10^{14}	2.630.860,94	100.000,00	2.530.860,94	96,20
2016	467	2,05	4,67 x10^{14}	2.631.037,90	100.000,00	2.531.037,90	96,20
2017	467	2,05	4,67 x10^{14}	2.631.214,76	100.000,00	2.531.214,76	96,20
2018	460	2,03	4,60 x10^{14}	2.618.186,08	100.000,00	2.518.186,08	96,18
2019	455	2,02	4,55 x10^{14}	2.608.803,14	100.000,00	2.508.803,14	96,17
2020	443	1,98	4,43 x10^{14}	2.583.270,56	100.000,00	2.483.270,56	96,13
2021	446	1,99	4,46 x10^{14}	2.589.619,92	100.000,00	2.489.619,92	96,14
2022	444	1,99	4,44 x10^{14}	2.585.895,74	100.000,00	2.485.895,74	96,13
2023	442	1,98	4,42 x10^{14}	2.582.148,65	100.000,00	2.482.148,65	96,13
2024	436	1,96	4,3 x10^{14}	2.570.162,31	100.000,00	2.470.162,31	96,11

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2025	436	1,96	4,36 x10^{14}	2.570.465,12	100.000,00	2.470.465,12	96,11
2026	431	1,95	4,31 x10^{14}	2.558.262,13	100.000,00	2.458.262,13	96,09
2027	419	1,91	4,19 x10^{14}	2.532.872,68	100.000,00	2.432.872,68	96,05
2028	411	1,89	4,11 x10^{14}	2.515.524,35	100.000,00	2.415.524,35	96,02
2029	406	1,88	4,06 x10^{14}	2.504.576,41	100.000,00	2.404.576,41	96,01
2030	406	1,88	4,06 x10^{14}	2.504.884,83	100.000,00	2.404.884,83	96,01
2031	401	1,86	4,01 x10^{14}	2.493.763,66	100.000,00	2.393.763,66	95,99
2032	401	1,86	4,01 x10^{14}	2.494.072,81	100.000,00	2.394.072,81	95,99
2033	400	1,86	4,00 x10^{14}	2.489.760,64	100.000,00	2.389.760,64	95,98
2034	396	1,85	3,96 x10^{14}	2.480.740,76	100.000,00	2.380.740,76	95,97
2035	393	1,84	3,93 x10^{14}	2.473.976,71	100.000,00	2.373.976,71	95,96
2036	391	1,83	3,91 x10^{14}	2.469.533,97	100.000,00	2.369.533,97	95,95

Fonte: SHS (2015)

Quadro 39 - Evolução da carga e concentração de coliformes fecais de Barra da Figueira

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2015	551	2,42	5,51x10^{14}	2.630.860,94	100.000,00	2.530.860,94	96,20
2016	541	2,40	5,41 x10^{14}	2.615.001,09	100.000,00	2.515.001,09	96,18
2017	533	2,37	5,33 x10^{14}	2.600.422,30	100.000,00	2.500.422,30	96,15
2018	521	2,34	5,21 x10^{14}	2.580.370,72	100.000,00	2.480.370,72	96,12
2019	499	2,27	4,99 x10^{14}	2.541.745,89	100.000,00	2.441.745,89	96,07
2020	492	2,25	4,92 x10^{14}	2.529.204,64	100.000,00	2.429.204,64	96,05
2021	479	2,21	4,79 x10^{14}	2.503.111,75	100.000,00	2.403.111,75	96,00
2022	470	2,19	4,70 x10^{14}	2.485.933,02	100.000,00	2.385.933,02	95,98
2023	456	2,15	4,56 x10^{14}	2.458.195,93	100.000,00	2.358.195,93	95,93
2024	446	2,12	4,46 x10^{14}	2.437.816,86	100.000,00	2.337.816,86	95,90
2025	433	2,08	4,33 x10^{14}	2.410.369,68	100.000,00	2.310.369,68	95,85
2026	429	2,07	4,29 x10^{14}	2.399.738,93	100.000,00	2.299.738,93	95,83
2027	421	2,04	4,21 x10^{14}	2.382.217,81	100.000,00	2.282.217,81	95,80
2028	413	2,02	4,13 x10^{14}	2.364.288,18	100.000,00	2.264.288,18	95,77

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração de coliformes (org/mL)	Concentração de Coliformes (org/ml) (Legislação)	Remoção de Coliformes (org/mL) (com tratamento)	Eficiência de remoção necessária (%)
2029	391	1,96	3,91 x10^{14}	2.312.191,08	100.000,00	2.212.191,08	95,68
2030	380	1,93	3,80 x10^{14}	2.284.999,26	100.000,00	2.184.999,26	95,62
2031	371	1,90	3,71 x10^{14}	2.262.122,40	100.000,00	2.162.122,40	95,58
2032	361	1,87	3,61 x10^{14}	2.233.207,96	100.000,00	2.133.207,96	95,52
2033	353	1,85	3,53 x10^{14}	2.211.631,84	100.000,00	2.111.631,84	95,48
2034	345	1,82	3,45 x10^{14}	2.189.496,76	100.000,00	2.089.496,76	95,43
2035	333	1,79	3,33 x10^{14}	2.155.033,61	100.000,00	2.055.033,61	95,36
2036	314	1,73	3,14 x10^{14}	2.097.403,61	100.000,00	1.997.403,61	95,23

Fonte: SHS (2015)

Vale frisar que os processos de remoção de DBO e de coliformes fecais (termotolerantes) são diferentes. A remoção da DBO é feita por meio de degradação biológica e a de coliformes fecais (termotolerantes) acontece por meio de desinfecção. Portanto, o sistema de tratamento necessário para os esgotos sanitários do município, tanto sede quanto distritos, deve conter esses dois processos: tratamento biológico e desinfecção.

2.2.2. Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda

A partir dos cálculos anteriores, é possível perceber que é necessário que os esgotos sanitários de Pocrane passem por tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos hídricos do município. Dessa forma, é indispensável que seja adotada uma alternativa para o tratamento dos mesmos.

Existem duas maneiras de atende a esta demanda. A primeira é o tratamento local dos esgotos. A segunda é que o tratamento seja feito fora da bacia, utilizando alguma estação de tratamento de esgotos em conjunto com os de outra área.

O tratamento dos esgotos visa retirar os poluentes para alcançar um padrão de qualidade desejado. Durante o processo de tratamento objetiva-se remover sólidos em suspensão, matéria orgânica (DBO) e também de poluentes mais específicos, como patógenos, nutrientes e metais pesados. Geralmente, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são mais indicadas para o tratamento de esgotos sanitários, pois

possuem unidades diferentes que são capazes de remover esses diferentes poluentes. Uma vez que o município não conta com nenhum processo de tratamento dos esgotos, uma ETE seria uma boa forma de fazer o tratamento dos mesmos.

Considerando as distâncias entre sede e distritos, uma das alternativas possíveis é o tratamento conjunto dos esgotos sanitários da sede e de Barra da Figueira, uma vez que estão distantes apenas 3,5km, Já Assaraí, que se encontra a uma distância de 14,5km, é mais viável contar com um tratamento próprio, pois essa distância implica na construção e manutenção de uma rede coletora muito extensa, além de estações elevatórias de esgotos (EEE) para recalcar os esgotos até uma possível Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Dessa forma, podem-se adotar formas diferentes e independentes de tratamento na sede e no distrito.

Para a sede e o distrito de Barra da Figueira, a alternativa mais viável é a implantação de uma ETE. Para escolher o melhor local para a instalação de uma ETE, alguns critérios devem ser levados em consideração. O primeiro deles é a análise da proximidade com a área urbana. Uma vez que este projeto tem um horizonte de 20 anos, é importante saber também o vetor de crescimento urbano, dessa maneira evitamos que a ETE seja implantada nas proximidades da zona de expansão do município. É importante fazer esta avaliação por conta dos possíveis odores, ruídos, geração de tráfego e incômodos gerais que venham a ser causados nas áreas vizinhas ou próximas.

Outro ponto que deve ser considerado é a topografia local. Optando-se por um local de cotas mais baixas, a necessidade de implantação e manutenção de estações elevatórias são menores, uma vez que é possível que o esgoto coletado chegue à ETE por gravidade. Dessa forma, são diminuídos os custos e complexidade de instalação de uma nova rede coletora.

Também é preciso atentar para a proximidade da ETE com o corpo receptor, pois assim torna-se mais fácil o lançamento do esgoto tratado. Além disso, o ponto de lançamento deve estar situado à jusante da malha urbana, evitando-se assim que o efluente, mesmo que tratado, passasse por dentro da cidade.

O município de Pocrane não possui Plano Diretor Municipal, ou algum outro tipo de diretriz com os rumos da expansão urbana do município, dessa forma não foi possível levar em consideração esse critério para fazer a escolha de um possível local para a ETE.

Foram levados em consideração, então, os apectos: topografia e proximidade com o corpo receptor. A Figura 8 apresenta uma alternativa de local para uma possível instalação de ETE na sede município. A escolha do local se deve por estar localizado a jusante da área urbana, em fundo de vale, ao lado do ribeirão Pocrane, que já é um corpo receptor, e distante de áreas residenciais. Estando em fundo de vale, à jusante da área urbana e próximo ao rio, essa localização provavelmente diminuiria os gastos com instalação de estações elevatórias de esgotos entre o interceptor e o emissário final da rede coletora. A necessidade de uma estação elevatória deve ser analisada com estudos mais específicos, embora a localidade esteja em local a jusante da cidade e, aparentemente, em altitude mais baixa que a totalidade desta.

Figura 8 - Alternativa para instalação de futura ETE (Sede)

Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

A ETE também pode ser implantada em Barra da Figueira. Para a escolha de uma alternativa foram levados em consideração os mesmos critérios da sede. A Figura

9 apresenta um local como possível alternativa para instalação futura de uma ETE no distrito de Barra da Figueira. Para a escolha desta localização considerou-se a mesma estar a jusante da área urbana, em um fundo de vale, ao lado do ribeirão Pocrane (corpo receptor) e distante (ou não muito próximo) de áreas residenciais. Estando em fundo de vale, à jusante da área urbana e próximo ao rio, essa localização provavelmente diminuiria os gastos com instalação de estações elevatórias de esgotos entre o interceptor e o emissário final da rede coletora. A necessidade de uma estação elevatória deve ser analisada com estudos mais específicos, embora a localidade esteja em local a jusante da cidade e, aparentemente, em altitude mais baixa que a totalidade desta.

Figura 9 - Alternativa para instalação de futura ETE (Barra da Figueira)

Fonte: Adaptado do Google Earth (2015)

Essas alternativas de localização da ETE representam apenas uma proposta, levando em consideração alguns aspectos importantes. Mas, é fundamental ressaltar

que são necessários estudos mais aprofundados para poder afirmar com maior precisão qual a melhor localização. Neste caso, é indispensável que sejam feitos Estudos de Viabilidade Ambiental, como por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ou o Relatório Ambiental Preliminar (RAP). Estes estudos serão capazes de analisar com maior profundidade os aspectos já considerados e também de levantar outros aspectos que são necessários para avaliar qual a alternativa mais viável, tanto do ponto de vista ambiental, quanto social e econômico.

Quanto ao distrito de Assaraí, levando em consideração sua distância até a sede e menor população pode-se optar por fossas sépticas, como forma de tratamento de esgoto. Também é possível que Barra da Figueira adote esse tipo de tratamento, dada sua estimativa de população, dessa forma apenas os esgotos gerados na sede seriam enviados para uma ETE.

Fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgoto destinado a receber contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo (Jordão e Pessôa, 2005). Apesar de ser uma forma de tratamento de esgotos sanitários, a fossa séptica não é capaz de promover a remoção necessária de DBO e de coliformes fecais (termotolerantes) necessária para que o esgoto possa ser lançado no corpo receptor. Ou seja, o efluente da fossa séptica, tanto a fase líquida quanto a sólida (lodo), ainda precisa passar por outros processos de tratamento antes de ser lançado em um corpo hídrico. Existem também outras opções de destino para os efluentes da fossa séptica, como sumidouros e valas de absorção para a fase líquida e centrais de recebimento de lodo ou ETEs para a fase sólida. Mas é preciso que se faça um estudo mais aprofundado de qual a opção mais viável para o destino final desses efluentes, levando em consideração as características do esgoto tratado, da localização do distrito, do tipo de solo da região e outros aspectos importantes.

2.2.3. Eventos de Emergência e Contingência

Foram elencados potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de esgotamento sanitário - SEE. Estes eventos são descritos a seguir da mesma maneira como foi feito para o SAA no item 2.1.3.

2.2.3.1. Operacionais

- **Rompimento da tubulação de esgoto**: danos a quaisquer elementos do sistema de coleta de esgoto podem acarretar o vazamento do mesmo, colocando em risco a saúde da população de entorno e podendo contaminar áreas ou recursos hídricos.
- **Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis**: devido a entupimentos na tubulação ou ainda ao lançamento irregular de esgotos ou mesmo de águas pluviais na rede coletora, o esgoto pode retornar pela tubulação dos imóveis, colocando a saúde de seus moradores em risco.
- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento**: a ocorrência de avarias nas estações elevatórias pode causar o extravasamento de esgoto, colocando a saúde da população de entorno em risco e podendo contaminar áreas ou recursos hídricos.
- **Ocorrência de danos às estruturas e equipamentos nas instalações de tratamento de esgoto**: a ocorrência de danos às estruturas e equipamentos nas ETEs pode comprometer o funcionamento das mesmas, interrompendo o tratamento e levando ao lançamento irregular de esgoto *in natura* nos corpos receptores, bem como pode causar vazamentos no local, colocando em risco a saúde dos operadores.
- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de tratamento de esgoto**: o vazamento de produtos químicos nas ETE põe em risco a segurança e a saúde dos operadores, bem como pode interromper o tratamento de esgoto, levando ao lançamento deste *in natura* nos corpos receptores.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto**: os operadores da rede de coleta e das instalações de tratamento de esgoto estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como quedas, cortes, choques elétricos, contaminação por produtos químicos ou esgoto sanitário, etc.
- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de esgoto**: a interrupção do fornecimento de energia elétrica nas ETEs pode comprometer o funcionamento das mesmas, levando ao lançamento irregular de esgotos sem tratamento nos corpos receptores. Atenta-se para o fato de esse tipo de

empreendimento precisar ter um gerador de energia para alimentar o sistema por algumas horas, enquanto é providenciada a retomada do fornecimento.

2.2.3.2. Gestão e gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto**: a paralisação de funcionários do SEE pode interromper os serviços de bombeamento e tratamento, podendo levar ao extravasamento de esgoto nas estações elevatórias e ao lançamento irregular de efluentes sem tratamento nos corpos receptores.
- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção local ou generalizada do abastecimento.
- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETE**: o mau gerenciamento das compras e do estoque de produtos químicos necessários para o tratamento do esgoto pode acarretar a diminuição da eficiência do tratamento, bem como outros possíveis problemas operacionais e a interrupção do tratamento, levando ao lançamento irregular de esgoto *in natura* no corpo receptor.

2.2.3.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às estruturas do SES, podendo acarretar a interrupção do serviço de coleta, o vazamento de esgoto e o lançamento irregular de esgoto *in natura* nos corpos receptores.
- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SES**: a ocorrência de incêndios nas unidades do SES coloca em risco a segurança dos operadores do sistema, bem como pode comprometer estruturas de coleta, bombeamento e tratamento.
- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica em sistemas de bombeamento**: a interrupção do fornecimento de energia elétrica nas estações elevatórias pode levar ao extravasamento de esgoto, causando riscos à saúde da população de entorno e podendo contaminar áreas ou recursos hídricos.

- **Avarias no gerador de energia**: falta de fornecimento de energia elétrica aos equipamentos do SAA pode levar à interrupção local do abastecimento de água.

2.3. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

2.3.1. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos

Na gestão das águas fluviais urbanas, uma das preocupações recorrentes está relacionada à inundação urbana. As inundações anteriores à urbanização, que podem ocorrer mesmo que uma bacia não seja antropizada, são chamadas de cheias.

Segundo Tucci (2008), os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo, e o leito maior onde as inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, ocupando o leito maior. Os impactos pela inundação ocorrem quando essa área de risco (cota do leito maior) é ocupada pela população.

As inundações também podem ocorrer em função da urbanização, que obstrui a infiltração e o escoamento natural, o que aumenta a frequência e a magnitude das enchentes elevando o risco de inundação em ocupações irregulares.

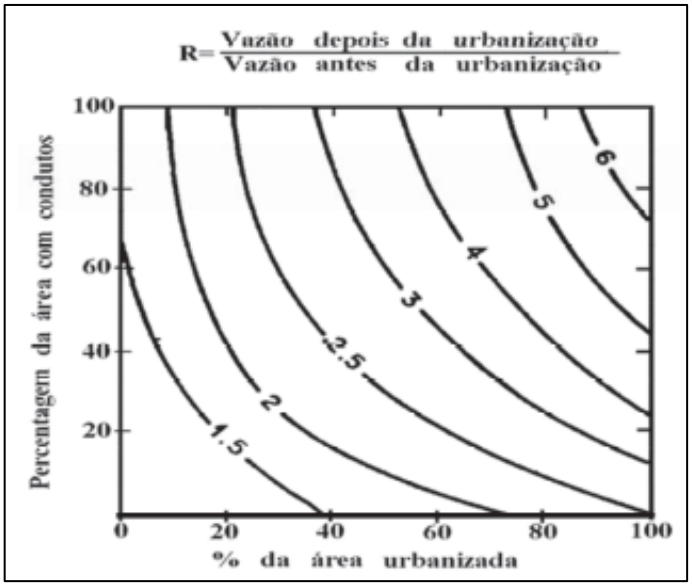
Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas em várias vezes e da sua frequência em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies.
- Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo).
- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão de lavagem das ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.
- Por causa da forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem

inadequadas, com diâmetros que diminuem a jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros

Leopold (1968) fez um estudo que correlacionou o aumento das vazões máximas ao aumento da capacidade de escoamento de condutos e canais e impermeabilização das superfícies (Figura 10).

Figura 10 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem



Fonte: Leopold**,** (1968)

A fim de facilitar a gestão das águas fluviais, é importante adotar a gestão por bacias hidrográficas como unidade de planejamento (Lei Federal nº 9.433./77)

Em geral as bacias hidrográficas que estão relacionadas a inundações urbanas do município são bacias hidrográficas com pouca ocupação urbana (Tabela 1) e intenso uso do solo relacionado as práticas agrícola e pecuária.

Na Tabela 1 é possível perceber que as áreas impermeabilizadas relacionadas aos cursos hídricos com históricos de inundações são pequenas, se comparadas com a área da bacia de drenagem, não ultrapassando o valor de 6%.

Tabela 1 - Impermeabilização das bacias com históricos de inundação

Localidades	Área da Bacia de drenagem (km²)	Área impermeável atual (km²)	Área impermeabilizada da Bacia (%)
Sede (córr. S. Mateus)	12,26	0,66	5,04
Sede (rio Pocrane)	34,07	0,28	0,82
Assaraí (rio Pocrane)	278,16	0,366	5,54
Barra da Figueira (rib. da Figueira)	65,2	0,091	0,139

Fonte: SHS (2015)

Para verificar a correlação entre a urbanização e os futuros impactos relacionados a este crescimento, projetou-se o crescimento populacional acumulado até 2036 nas localidades urbanas do município (Tabela 2). A partir do crescimento populacional foi estimado o número de novas residências que deverá ser considerado para atender a esta demanda de crescimento populacional. Para isso utilizou-se o número padrão de indivíduos (IBGE, 2012) que compõe uma família (3,2hab/domicílio), e estimou-se que para cada residência a ser construída, será impermeabilizada uma área de 300m² mais 35% de área necessária para instalação de equipamentos urbanos e comunitários, sistema de circulação e espaços livres de uso público (Tabela 3).

Para tentar simular uma ocupação urbana mais ordenada (cenário 1), foi feita a projeção da impermeabilização respeitando uma taxa mínima de permeabilidade de 30% (Tabela 4).

Tabela 2 - Projeção de crescimento populacional urbano

Ano	Sede		Assaraí		Barra da Figueira	
	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)
2015	4.455	-	470	-	555	-
2016	4.498	13,4	470	0,0	545	-3,1
2017	4.541	13,4	470	0,0	536	-2,8
2018	4.581	12,5	463	-2,2	524	-3,8
2019	4.627	14,4	458	-1,6	502	-6,9
2020	4.668	12,8	445	-4,1	495	-2,2
2021	4.698	9,4	448	0,9	481	-4,4
2022	4.741	13,4	446	-0,6	472	-2,8
2023	4.780	12,2	444	-0,6	458	-4,4
2024	4.817	11,6	438	-1,9	448	-3,1
2025	4.852	10,9	438	0,0	435	-4,1
2026	4.886	10,6	432	-1,9	430	-1,6

Ano	Sede		Assaraí		Barra da Figueira	
	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)	População Urbana (hab.)	Nº de famílias (hab.)
2027	4.909	7,2	420	-3,8	422	-2,5
2028	4.949	12,5	412	-2,5	414	-2,5
2029	4.982	10,3	407	-1,6	392	-6,9
2030	5.005	7,2	407	0,0	381	-3,4
2031	5.031	8,1	402	-1,6	372	-2,8
2032	5.072	12,8	402	0,0	361	-3,4
2033	5.094	6,9	400	-0,6	353	-2,5
2034	5.127	10,3	396	-1,3	345	-2,5
2035	5.157	9,4	393	-0,9	333	-3,8
2036	5.182	7,8	391	-0,6	314	-5,9
Total	**727**	**227**	**-79**	**-25**	**-241**	**-75**

Fonte: (SHS, 2016)

Tabela 3 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário atual (sem ordenamento)[1]

	Sede - corr. S. Mateus			Sede - rio Pocrane			Assaraí			Barra da Figueira		
Ano	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)
2015	-	-	5,408	-	-	0,822	-	-	5,539	-	-	0,140
2016	0,004	0,575	5,439	0,002	0,583	0,827	0,000	0,000	5,539	0,000	0,000	0,140
2017	0,004	0,575	5,470	0,002	0,583	0,831	0,000	0,000	5,539	0,000	0,000	0,140
2018	0,004	0,535	5,499	0,002	0,542	0,836	0,000	0,000	5,539	0,000	0,000	0,140
2019	0,004	0,615	5,532	0,002	0,624	0,841	0,000	0,000	5,539	0,000	0,000	0,140
2020	0,004	0,548	5,562	0,002	0,556	0,846	0,000	0,000	5,539	0,000	0,000	0,140
2021	0,003	0,401	5,583	0,001	0,407	0,849	0,000	0,104	5,541	0,000	0,000	0,140
2022	0,004	0,575	5,615	0,002	0,583	0,854	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2023	0,003	0,521	5,643	0,001	0,529	0,858	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2024	0,003	0,494	5,669	0,001	0,502	0,862	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2025	0,003	0,468	5,695	0,001	0,475	0,866	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2026	0,003	0,454	5,719	0,001	0,461	0,870	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2027	0,002	0,307	5,736	0,001	0,312	0,872	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2028	0,004	0,535	5,765	0,002	0,542	0,877	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2029	0,003	0,441	5,789	0,001	0,447	0,881	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2030	0,002	0,307	5,805	0,001	0,312	0,883	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140

[1] Foi considerado como nulo (0), as projeções que utilizam os dados do crescimento populacional para prever as projeções de impermeabilizações das bacias, preservando a coerência dos resultados. A projeção por bacias derivaram da atual ocupação urbana.

	Sede - corr. S. Mateus			Sede - rio Pocrane			Assaraí			Barra da Figueira		
Ano	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)	Impermeabilização (300m² + 35%) (km²)	Projeção de impermeabilização (%)	Impermeabilização da Bacia (%)
2031	0,002	0,347	5,824	0,001	0,353	0,886	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2032	0,004	0,548	5,854	0,002	0,556	0,891	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2033	0,002	0,294	5,870	0,001	0,298	0,893	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2034	0,003	0,441	5,893	0,001	0,447	0,897	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2035	0,003	0,401	5,915	0,001	0,407	0,900	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
2036	0,002	0,334	5,933	0,001	0,339	0,903	0,000	0,000	5,541	0,000	0,000	0,140
Total	**0,064**	**9,715**	**5,933**	**0,028**	**9,858**	**0,903**	**0,000**	**0,104**	**5,541**	**0,000**	**0,000**	**0,132**

Fonte : SHS (2016)

Tabela 4 - Projeção da impermeabilização decorrente da ocupação urbana até 2036 a partir do cenário 1 [2]

	Sede - corr. S. Mateus			Sede - rio Pocrane			Assaraí			Barra da Figueira		
Ano	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)
2015	-	-	5,408	-	-	0,822	-	-	0,132	-	-	0,140
2016	0,003	0,402	5,430	0,001	0,408	0,831	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2017	0,003	0,402	5,451	0,001	0,408	0,840	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2018	0,002	0,374	5,472	0,001	0,380	0,849	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2019	0,003	0,430	5,495	0,001	0,437	0,859	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2020	0,003	0,384	5,516	0,001	0,389	0,868	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2021	0,002	0,281	5,531	0,001	0,285	0,875	0,000	0,095	0,132	0,000	0,000	0,140
2022	0,003	0,402	5,552	0,001	0,408	0,884	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2023	0,002	0,365	5,572	0,001	0,370	0,892	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2024	0,002	0,346	5,591	0,001	0,351	0,900	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2025	0,002	0,327	5,609	0,001	0,332	0,908	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2026	0,002	0,318	5,626	0,001	0,323	0,915	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2027	0,001	0,215	5,637	0,001	0,218	0,920	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2028	0,002	0,374	5,658	0,001	0,380	0,929	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2029	0,002	0,309	5,674	0,001	0,313	0,936	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140

[2] Foi considerado como nulo (0), as projeções que utilizam os dados do crescimento populacional para prever as projeções de impermeabilizações das bacias, preservando a coerência dos resultados. A projeção por bacias derivaram da atual ocupação urbana.

	Sede - corr. S. Mateus			Sede - rio Pocrane			Assaraí			Barra da Figueira		
Ano	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)	Cenário 1 (70% impermeável) (Km²)	Projeção de impermeabilização. Cenário 1 (%)	Impermeabilização da Bacia. Cenário1 (%)
2030	0,001	0,215	5,686	0,001	0,218	0,941	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2031	0,002	0,243	5,699	0,001	0,247	0,947	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2032	0,003	0,384	5,720	0,001	0,389	0,956	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2033	0,001	0,206	5,731	0,001	0,209	0,960	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2034	0,002	0,309	5,748	0,001	0,313	0,968	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2035	0,002	0,281	5,763	0,001	0,285	0,974	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
2036	0,002	0,234	5,776	0,001	0,237	0,979	0,000	0,000	0,132	0,000	0,000	0,140
Total	**0,045**	**6,800**	**5,776**	**0,019**	**6,901**	**0,979**	**0,000**	**0,095**	**0,132**	**0,000**	**0,000**	**0,132**

Fonte: SHS (2016)

Caso se projete os valores de impermeabilização das bacias de drenagem, para ambos os cenários no gráfico de estudo de Leopold (1968), (Figura 10) chegar-se-ia à conclusão que a urbanização do município tem um baixo fator de influência nos deflúvios.

Porém é preciso dar atenção para a ocupação da bacia do córrego São Mateus, já que a confluência do mesmo com o rio Pocrane se dá muito próximo à sede, e isso pode impactar a área urbana, já que o rio Pocrane possui maior bacia de drenagem e sua vazão, por este motivo, no geral é maior e assim provoca remanso no córrego São Mateus, dessa forma, a melhor maneira de evitar maiores problemas é regular o uso e ocupação do solo e reservar a maior quantidade de água com a contenção na fonte, reduzindo assim os picos de vazão.

Diferente das projeções de água, esgoto e resíduos, as projeções envolvendo o eixo drenagem, a fim de prever eventos que causem distúrbios à polução, não estão estritamente relacionadas com o crescimento urbano. Existem muitos fatores que favorecem eventos críticos, alguns de maior influência que a urbanização que são inerentes à forma de uso e ocupação do solo, associados a infraestruturas inadequadas e a outros a fatores geológicos e geográficos, tais como:

Fatores de influenciam eventos críticos inerentes ao uso e ocupação do solo:

- Ocupação de zonas de cheias (leito maior)
- Uso inadequado do solo.

Fatores associados às infraestruturas urbanas inadequadas:

- Construções inadequadas de equipamentos de drenagem que funcionem como gargalo.

Fatores inerentes à geologia e geografia:

- Formato da bacia (influencia o tempo de concentração).
- Tipo de solo.
- Densidade de cursos hídricos na bacia hidrográfica (drenagem da bacia).
- Declividade da bacia.

Como as áreas urbanizadas das bacias de drenagem dos cursos hídricos principais do município são pequenas é preciso dar atenção a outros usos de ocupação de solo, principalmente quanto ao uso agrícola. Gonçalvez, Nogueira Jr. e Ducatti, (2008), citam como exemplo, um solo com 14 anos de cultivo agrícola, que decresceu a infiltração de 148,3 mm/h numa mata nativa para 6,6mm/h numa área agrícola. Estes dados evidenciam a importância do planejamento do uso e ocupação do solo e o restabelecimento de APPs e a criação de APAs no município.

No Produto 3 (Diagnóstico Técnico-Participativo dos Serviços de Saneamento Básico), realizou-se o estudo hidrológico das bacias com o objetivo de determinar, para cada um dos pontos estudados, a vazão máxima para precipitações com períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. A partir do estudo foi possível constatar alguns locais em que possivelmente ocorrerão inundações, porém sem grande influência dos impactos do crescimento urbano.

Outro fator a ser considerado nos cenários futuros são as ações do PMSB (Produto 5- Programa, Projetos e Ações), que preveem esforços conjuntos na recuperação e conservação de APPs, áreas críticas, e cursos hídricos, que possivelmente trarão influências positivas na reservação e infiltração, impactando diretamente os picos e frequências de vazões máximas.

Segundo a Constituição Federal, Art. 30, compete aos municípios: “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”

O município, então, precisa lançar mão de alguns recursos, visando atender ao que lhe compete. Entre estes recursos estão:

- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano;
- Lei de Uso e Ocupação do Solo;
- Lei do Parcelamento do Solo;
- Lei Orgânica;
- Plano de Proteção Ambiental;
- Plano de Gestão de Bacias Hidrográficas;
- Código de Obras;
- Código de Postura;
- Lei do Sistema Viário;
- Lei do ICMS ecológico;
- Plano Diretor de Drenagem;

As prática os recursos citados acima, trará impacto positivos nas projeções de crescimento urbano quanto à gestão das águas pluviais, em especial o Plano Diretor de Drenagem, que aprofunda as questões e impactos relacionados a drenagem urbana.

2.3.2. Medidas de controle de erosão e assoreamento

São comuns processos erosivos superficiais, por vezes intensos e localizados, devidos principalmente às deficiências de microdrenagem, e por vezes não tão intensos (localizados), ou seja, difusos, que resultam em grandes montantes de aporte sólido aos corpos d'água receptores, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão. Isso acarreta o aumento da frequência de enchentes e entupimentos de condutos e canais por sedimentos, assim como a degradação da qualidade da água. Dentro desse contexto o controle da erosão urbana é fundamental tanto na manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem como na qualidade ambiental.

O controle da erosão urbana pode ser efetuado através de medidas não estruturais como o planejamento adequado do uso e ocupação do solo no município, como também através de técnicas estruturais de controle. O planejamento para prevenção da erosão urbana consiste basicamente de um plano de ordenamento do assentamento urbano, que estabelece as normas básicas para evitar problemas futuros, e planejar situações que favorecem o desencadeamento do processo erosivo, e no caso de espaços já ocupados, reduzir ou eliminar os possíveis efeitos negativos dessa ocupação.

Existem diversas técnicas para controle de erosão tanto urbana quanto rural. Segundo Rotta (2012) essas podem ser utilizadas para diferentes objetivos, tanto para prevenção como para controle, mitigação e/ou recuperação de áreas afetadas pela

erosão acelerada. O Quadro 40 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Quadro 40 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.

		Objetivo das medidas			
	Medidas	**Prevenção**	**Controle**	**Mitigação**	**Recuperação**
Ecológicas	Revegetação	x	x	x	x
	Pastagem	x	x	x	x
	Faixa ripariana	x	x	x	x
	Zonas de buffer	x	x	x	x
	Barreira de galhos (brush barrier)	x	x	x	
Agrícolas	Plantas de cobertura	x	x	x	
	Culturas em faixa	x	x	x	
	Cordões de vegetação permanente	x	x	x	
	Faixas de bordadura	x	x	x	
	Alternância de capinas	x	x	x	
	Ceifa do mato	x	x	x	
	Cobertura morta	x	x	x	
	Controle do fogo	x			
	Adubação (verde, química e orgânica)	x	x	x	
	Plantio direto	x	x	x	
	Rotação de culturas	x	x	x	
	Calagem			x	
	Plantio em contorno	x	x	x	x
Mecânicas	Terraceamento	x	x	x	x
	Sulcos e camalhões em contorno	x			
	Canais escoadouros	x	x	x	
	Barragens	x	x	x	
	Adequação e conservação de estradas vicinais e carreadores	x	x	x	
	Caixas de infiltração	x	x	x	
	Aterramento		x	x	x
	Rip Rap	x	x	x	x
	Cordões de nível	x	x	x	x
	Aterramento com resíduo		x	x	x
	Retaludamento	x	x	x	x
	Bermas	x	x	x	x
	Barragem de sedimento	x	x	x	

		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Estruturais	-	Muro de contenção	x	x	x	
		Dique de proteção	x	x	x	
	Microdrenagem	Meios-fios/Guias	x	x	x	x
		Sarjetas	x	x	x	x
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	x	x	x	x
		Galerias	x	x	x	x
		Poços de visita	x	x	x	x
		Tubos de ligações	x	x	x	x
		Caixas de ligação	x	x	x	x
	Macrodrenagem	Canais: naturais ou artificiais	x	x	x	x
		Dissipadores de energia	x	x	x	x
		Ressalto hidráulico: canais abertos		x	x	x
		Tipo SAF para nº Froude 1,7 a 17		x	x	x
		Tipo USBR II para nº Froude ≥ 4,5		x	x	x
		Tipo USBR III para nº Froude ≤ 4,5		x	x	x
		Tipo USBR IV para nº Froude 2,5 a 4,5		x	x	x
		Barragens	x	x	x	x
		Vertedores: Queda, Calha e Degrau "Cacimbo"		x	x	x
		Bacia de acumulação			x	x
		Bacias dissipadoras		x	x	x
		Proteção de taludes	x	x	x	x
		Aterramento com obras hidráulicas		x	x	x
		Obras de pavimentação	x	x	x	x
		Drenos		x	x	x
Bioengenharia		Gabião vegetado	x	x	x	x
		Geogrelha vegetada	x	x	x	x
		Mantas de gramíneas	x	x	x	x
		Sistemas de celas de confinamento	x	x	x	x
		Tapete biodegradável	x	x	x	

Fonte: Adaptado de Rotta (2012)

No município de Pocrane constatou-se no diagnóstico que os morros circundantes à área urbana na sede e em alguns distritos apresentam processos erosivos, devido a suas altas declividades e falta de cobertura vegetal. Isso acarreta num grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, além de que, devido à falta de proteção, estes morros podem estar sujeitos a movimentos de massa que podem atingir a população. Dessa maneira, recomenda-se a proteção destas encostas com técnicas ecológicas, como, por exemplo, a revegetação, para controlar o processo erosivo e possivelmente recuperar as áreas. O uso destas medidas também auxiliaria na diminuição do escoamento superficial e aumento da infiltração das águas pluviais. Em alguns pontos, como foi observado no diagnóstico, foram constatados processos erosivos avançados, como ravinas e voçorocas. Nestas áreas a simples revegetação

não controlaria os processos erosivos que já estão em estágio avançado, sendo necessária uma melhor análise do local para se determinar a melhor medida de contenção. Por fim, recomenda-se a instalação de dissipadores de energia nos pontos de lançamento da rede de drenagem. Isso contribui para diminuir a força erosiva das águas drenadas. São importantes também as medidas quanto à regulação da ocupação e uso do solo, de forma a se evitar futuras ocupações em áreas de alta declividade, o que será discutido em item adiante.

2.3.3. Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água

De acordo com Tucci & Neves (2009), a gestão dos resíduos sólidos na drenagem urbana envolve ações de minimização do total gerado. Esta redução, por sua vez, pode ser feita através de dois tipos de medidas: estruturais, com a implantação das armadilhas ou estruturas de retenção; e não estruturais, envolvendo mudanças de atitude da comunidade (incluindo o comércio, a indústria e os residentes).

Porto (1995) cita os principais aspectos que as medidas não estruturais devem ter:

- Melhorar a qualidade do corpo receptor;
- Ser economicamente eficiente;
- Ser consistente com os objetivos do controle de qualidade da água do corpo receptor;
- Ser aplicável a toda a área da bacia;
- Ser aceitável pela população;
- Ser consistente com as medidas estruturais propostas ou implantadas.

A autora apresenta também as medidas não estruturais mais utilizadas, que estão descritas a seguir:

- Controle do uso do solo urbano;
- Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade da adoção das medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão local;
- Implantação de áreas verdes que reduzem as vazões e os volumes escoados superficialmente, assim como as cargas de sedimentos;
- Controle de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem;
- Varrição de ruas, recolhimento do material grosseiro;

- Controle da coleta e disposição final dos resíduos;
- Educação da população, sensibilizando-a quanto às disposições finais dos resíduos sólidos;
- Instalação de placas de advertência para a não disposição de resíduos sólidos em local indevido, principalmente próximo aos corpos d'água;

As medidas não estruturais e preventivas no âmbito da geração de resíduos podem ser direcionadas no sentido de melhorar os serviços urbanos, regular os empreendimentos com atuação no controle da implementação de construções urbanas e criar mecanismos para redução das fontes de produção de resíduos, tratando do aumento da reciclagem e obtenção do valor econômico dos resíduos, educação e incentivos à separação seletiva, entre outros (Tucci & Neves, 2009)

As medidas estruturais utilizam dispositivos de retenção, com destaque para os autolimpantes e exigem, por vezes, recursos altos que inviabilizam sua utilização (Tucci & Neves, 2009). Dessa maneira o município deve direcionar o seu foco para as medidas não estruturais apresentadas, as quais demandam menores gastos e apresentam, em geral, bons resultados para a redução da disposição de resíduos sólidos na drenagem urbana.

2.3.4. Diretrizes para o controle do escoamento superficial

As medidas quanto a controle de escoamento superficial, ou também chamadas de técnicas compensatórias, podem também ser tanto não estruturais como estruturais. Segundo Baptista et al. (2005) as medidas não estruturais envolvem devida regulamentação, racionalização do uso do solo urbano, educação ambiental e tratamentos de fundo de vale. Estas procuram disciplinar ou adequar a ocupação territorial, o comportamento da população frente à questão da drenagem e as questões econômicas. Quanto às técnicas compensatórias estruturais as mais difundidas estão apresentadas no Quadro 41.

Quadro 41 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

Bacias	Detenção e Retenção Infiltração Detenção/Retenção e Infiltração	
Obras lineares	Trincheiras Valas e Valetas	
	Pavimentos	Revestimentos permeáveis Pavimentos reservatório
Obras pontuais	Poços de infiltração Telhados Técnicas adaptadas à parcela	

Fonte: Adaptado de Baptista et al. (2005)

De acordo com Canholi (2005) estas técnicas podem tanto ser para controle local ou regional, as quais são também classificadas como controle de jusante devido ao posicionamento relativo de suas estruturas na bacia, como também de controle na fonte, que são estruturas distribuídas na bacia que buscam o controle do escoamento superficial o mais próximo possível da fonte geradora, como por exemplo nos loteamentos, praças e vias urbanas. Como exemplo de medidas de controle local ou regional temos as bacias de detenção/retenção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 41 (obras lineares e pontuais) são exemplos de medidas de controle na fonte. Todas essas medidas procuram agir diminuindo o pico do hidrograma na respectiva bacia.

O diagnóstico do sistema de drenagem do município constatou que tanto a sede quanto alguns distritos sofrem sérios problemas quanto às enchentes. Os locais mais afetados são a sede, o distrito de Barra do Figueira e o povoado Cachoeirão. Isso se deve em parte porque muitas desses locais têm intensa ocupação da área inundável dos corpos d'água. Medidas não estruturais e estruturais são imprescindíveis para se lidar com o controle do escoamento superficial. Em primeiro lugar, visto que o município ainda não possui nenhum cadastro da rede de drenagem recomenda-se a realização deste levantamento. Este cadastramento é fundamental para o futuro gerenciamento e manutenção do sistema de micro e macrodrenagem, permitindo uma melhor avaliação dos pontos de deficiência da drenagem e sendo um importante instrumento para as ações de manutenção da rede. Ao mesmo tempo existe a necessidade também de um regramento e sistematização da manutenção da rede de micro e macrodrenagem, a qual ainda é feita apenas em situações emergenciais. Foi

constatado na sede, por exemplo, alta carga de sólidos na microdrenagem, os quais devem ser regularmente retirados. Essas ações procuram melhorar o gerenciamento e a eficiência do sistema de drenagem no município.

Constatou-se também que na sede muitas estruturas de drenagem estão subdimensionadas, assim como, pelas simulações hidrológicas realizadas, que os canais naturais que passam pela área urbana da sede não suportam as vazões de precipitações com período de retorno a partir de dois anos. Como a ocupação do leito maior destes corpos d'água já está consolidada recomenda-se, para o controle das enchentes, considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detenção ou infiltração para diminuir os picos de vazão que provocam as enchentes que tanto afetam a população. Por fim, alguns distritos são carentes de sistema de drenagem. Recomenda-se a instalação da rede de drenagem nestes locais, assim como a expansão dos sistemas que foram avaliados como insuficientes ou subdimensionados.

2.3.5. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale

O lançamento de esgoto sem tratamento, a retirada da vegetação, a movimentação de terra e a ocupação intensiva do solo nos fundos de vale urbanos aceleram o escoamento superficial e a erosão do solo, assoreando os cursos d'água e provocando enchentes. Desta forma os fundos de vale tornam-se áreas de risco para a população. Torna-se necessária a realização de planejamento detalhado deste uso do solo, que contemple os aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais da cidade, além das necessidades e aspirações da comunidade.

Como forma de planejamento o Estatuto das Cidades (Lei Federal 10.257/2001) define o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. Um dos instrumentos do Plano Diretor é a Lei de Uso e Ocupação do Solo, a qual, segundo Mota (1999), é considerada um instrumento essencial e obrigatório do controle do uso da terra, densidade populacional, localização, volume e finalidade das construções a serem edificadas, o que contribui para a adequada ocupação das áreas urbanas, evitando danos não só para a população, como também, para todo meio físico e ambiental existente em seu entorno. Através dessa Lei é definida a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, na cidade, através do zoneamento. Em complementação à Lei de Uso e Ocupação do Solo, existem as Leis

de Zoneamento, que especificam as exatas localizações, em uma região, onde determinados usos do solo são aceitáveis ou não, definindo parâmetros tais como taxa de ocupação e densidades populacionais, bem como os tipos de atividades (comercial, industrial, residencial, institucional, etc.). O zoneamento pode ser usado para restringir a intensidade e o tipo de desenvolvimento em áreas de risco, como as várzeas inundáveis e encostas.

O município não apresenta em sua legislação qualquer regulamentação de uso e ocupação do solo, zoneamento, Código de Obras ou Plano Diretor. Dessa forma, embora constitucionalmente o município de Pocrane não seja obrigado a elaborar um Plano Diretor, propõe-se a estruturação de um como forma de se controlar a ocupação e uso do solo e impedir que haja mais ocupação na calha dos rios, em áreas inundáveis e em áreas sensíveis e de risco, como encostas de alta declividade. Esta regulação é de benefício não só para tratamento de fundo de vale, mas todos os aspectos que influenciam a eficiência da drenagem no município. Sem esta regulamentação qualquer medida adotada hoje para controle de drenagem pode ser prejudicada por futuras ocupações e usos do solo indevidos. A elaboração do Plano deve ser amparada em processos democráticos, com ampla participação da população. Essa participação deve acontecer em todo o processo, com a atuação integrada do poder público e de vários segmentos da sociedade.

2.3.6. Eventos de Emergência e Contingência

Assim como foi realizado para os Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário nos itens 2.1.3 e 2.2.3, estão listados a seguir potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.

2.3.6.1. Operacional

- **Ocorrência de entupimento da rede de drenagem**: a presença de sedimentos, resíduos sólidos e esgoto sanitário na rede de microdrenagem pode causar entupimentos e levar à ocorrência de alagamentos e enchentes, principalmente quando há falta de manutenção da rede.

2.3.6.2. Gestão e gerenciamento

- **Falta de financiamento para a realização de manutenções**: a falta de financiamento para a realização de manutenções na rede de drenagem urbana pode levar à ocorrência de alagamentos e enchentes.

2.3.6.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de rompimento de travessias e pontes na ocasião de eventos hidrológicos extremos**: na ocasião de chuvas fortes e enchentes, pode ocorrer o rompimento de tubulações, o transbordamento ou a ruptura de travessias e pontes, entre outros distúrbios colocando em risco a segurança da população e podendo causar problemas a jusante.
- **Desmoronamento de taludes e paredes de canais**: o desmoronamento de taludes e paredes de canais representa um risco à segurança da população, bem como pode causar ou agravar o assoreamento do corpo hídrico, podendo levar à ocorrência de enchentes.
- **Ocorrência de deslizamentos de terra**: a ocorrência de deslizamentos de terra pode colocar em risco a segurança da população, bem como causar perdas materiais e até mesmo de vidas. Além disso, pode causar ou agravar o assoreamento de corpos hídricos.
- **Ocorrência de enchentes e alagamentos**: a ocorrência de enchentes e alagamentos coloca em risco a segurança e a saúde da população, bem como pode causar perdas materiais e até mesmo de vidas. Além disso, pode causar ou agravar o assoreamento do corpo hídrico a jusante.

2.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

2.4.1. Projeções e estimativa de demanda do Serviço Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

2.4.1.1. Resíduos sólidos domiciliares

Utilizando-se da metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), é possível prever o crescimento da demanda pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana a partir da projeção populacional, considerando a produção de resíduos urbanos *per capita* até o ano de 2036. A média da massa

coletada de RSU, *per capita* em relação à população urbana, por faixa populacional utilizada nesta projeção é de 0,81 kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes de acordo com MMA (2012). O Quadro 42 apresenta a projeção da massa coletada ano a ano para o horizonte de planejamento.

Quadro 42 - Projeção da geração de resíduos

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2015	5.480	3.133	8.613	7,0	2.546,4
2016	5.513	3.046	8.559	6,9	2.530,5
2017	5.547	2.956	8.503	6,9	2.513,9
2018	5.568	2.878	8.446	6,8	2.497,1
2019	5.587	2.794	8.381	6,8	2.477,8
2020	5.608	2.717	8.325	6,7	2.461,3
2021	5.627	2.640	8.267	6,7	2.444,1
2022	5.659	2.569	8.228	6,7	2.432,6
2023	5.682	2.504	8.186	6,6	2.420,2
2024	5.703	2.415	8.118	6,6	2.400,1
2025	5.725	2.346	8.071	6,5	2.386,2
2026	5.748	2.275	8.023	6,5	2.372,0
2027	5.751	2.214	7.965	6,5	2.354,9
2028	5.775	2.137	7.912	6,4	2.339,2
2029	5.781	2.079	7.860	6,4	2.323,8
2030	5.793	2.004	7.797	6,3	2.305,2
2031	5.805	1.943	7.748	6,3	2.290,7
2032	5.835	1.885	7.720	6,3	2.282,4
2033	5.847	1.821	7.668	6,2	2.267,0
2034	5.868	1.761	7.629	6,2	2.255,5
2035	5.883	1.708	7.591	6,1	2.244,3
2036	5.887	1.644	7.531	6,1	2.226,5

Fonte: SHS (2015)

2.4.1.2. Resíduos recicláveis

Para a realização dos estudos de projeção de demanda dos serviços de manejo de resíduos sólidos para resíduos passíveis de reciclagem foram utilizados valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Brasil, conforme

apresentado em 2012 na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (versão para consulta pública). Avaliou-se outras referências, como estudos realizados em municípios com características semelhantes, mas optou-se pelo uso do PNRS para os cálculos de projeção, por ser uma fonte confiável e que possibilitou resultados coerentes com a realidade. O Quadro 43 apresenta a composição gravimétrica típica dos resíduos urbanos gerados no Brasil.

Quadro 43 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	**31,9**	58.527,40
Metais	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão e tetrapak	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	**51,4**	94.335,10
Outros	**16,7**	30.618,90
Total	**100,0**	**183.481,50**

Fonte: IBGE (2010) apud Ministério do Meio Ambiente (2012)

Para a projeção da redução de resíduos enviados à disposição final em aterro sanitário devido ao reaproveitamento de resíduos secos recicláveis, foi considerada a média nacional de 31,9% e uma meta de reciclagem destes de 70% a ser alcançada em 2036. Assim, o Quadro 44 apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro considerando somente o reaproveitamento dos resíduos secos passíveis de reciclagem.

Quadro 44 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2015	2.546	812	17	140	2.407
2016	2.530	807	20	166	2.365
2017	2.514	802	22	191	2.323
2018	2.497	797	25	217	2.280
2019	2.478	790	27	241	2.236
2020	2.461	785	30	266	2.195
2021	2.444	780	32	290	2.154
2022	2.433	776	35	315	2.118
2023	2.420	772	37	339	2.082
2024	2.400	766	40	361	2.039
2025	2.386	761	42	385	2.002
2026	2.372	757	45	408	1.964
2027	2.355	751	47	430	1.925
2028	2.339	746	50	452	1.887
2029	2.324	741	53	473	1.850
2030	2.305	735	55	494	1.811
2031	2.291	731	58	515	1.775
2032	2.282	728	60	538	1.745
2033	2.267	723	63	558	1.709
2034	2.256	720	65	579	1.676
2035	2.244	716	68	600	1.644
2036	2.227	710	70	619	1.607

Fonte: SHS (2015)

2.4.1.3. Resíduos orgânicos

A matéria orgânica presente nos resíduos domiciliares é passível de ser destinada a processos de tratamento, podendo ser considerada como resíduo úmido reciclável. Considerando a composição gravimétrica média dos resíduos urbanos apresentada no Quadro 43, a matéria orgânica possui uma contribuição expressiva de 51,4% em peso na composição dos resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, sua destinação para processos de reaproveitamento, como a compostagem e a adubação

(resíduos de poda e capina), poderia contribuir de forma significativa para reduzir a quantidade de resíduos dispostos em aterros.

Para a estimativa de redução de resíduos enviados à disposição final em aterro sanitário devido ao reaproveitamento de resíduos úmidos recicláveis, foi considerada a média nacional de 51,4% e uma meta de reciclagem destes de 60% a ser alcançada em 2036. Assim, o Quadro 45 apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro considerando somente o reaproveitamento dos resíduos úmidos passíveis de reciclagem.

Quadro 45 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos recicláveis (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2015	2.546	1.309	0	0	2.546
2016	2.530	1.301	3	37	2.493
2017	2.514	1.292	6	74	2.440
2018	2.497	1.283	9	110	2.387
2019	2.478	1.274	11	146	2.332
2020	2.461	1.265	14	181	2.281
2021	2.444	1.256	17	215	2.229
2022	2.433	1.250	20	250	2.183
2023	2.420	1.244	23	284	2.136
2024	2.400	1.234	26	317	2.083
2025	2.386	1.227	29	350	2.036
2026	2.372	1.219	31	383	1.989
2027	2.355	1.210	34	415	1.940
2028	2.339	1.202	37	447	1.893
2029	2.324	1.194	40	478	1.846
2030	2.305	1.185	43	508	1.797
2031	2.291	1.177	46	538	1.752
2032	2.282	1.173	49	570	1.713
2033	2.267	1.165	51	599	1.668
2034	2.256	1.159	54	629	1.626
2035	2.244	1.154	57	659	1.585
2036	2.227	1.144	60	687	1.540

Fonte: SHS (2015)

2.4.1.4. Rejeitos

Os rejeitos podem ser definidos como resíduos sólidos que não podem ser aproveitados, cuja disposição final ambientalmente adequada é feita em um aterro sanitário. A destinação de resíduos recicláveis secos e úmidos para processos de reciclagem e compostagem reduz, de forma significativa, a quantidade de material disposta em aterros.

O Quadro 46 apresenta o cenário projetado para Pocrane em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 46 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)	Porcentagem de resíduos aproveitados não enviados à disposição final (%)
2015	2.546	140	0	2.407	5
2016	2.530	166	37	2.328	8
2017	2.514	191	74	2.249	11
2018	2.497	217	110	2.170	13
2019	2.478	241	146	2.091	16
2020	2.461	266	181	2.015	18
2021	2.444	290	215	1.939	21
2022	2.433	315	250	1.868	23
2023	2.420	339	284	1.797	26
2024	2.400	361	317	1.721	28
2025	2.386	385	350	1.651	31
2026	2.372	408	383	1.581	33
2027	2.355	430	415	1.510	36
2028	2.339	452	447	1.441	38
2029	2.324	473	478	1.373	41
2030	2.305	494	508	1.303	43
2031	2.291	515	538	1.237	46
2032	2.282	538	570	1.175	49
2033	2.267	558	599	1.109	51
2034	2.256	579	629	1.047	54
2035	2.244	600	659	985	56
2036	2.227	619	687	921	59

Fonte: SHS, 2015

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 46, a quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários é significativamente reduzida quando se

procede com a reciclagem de ao menos parte dos resíduos recicláveis secos e orgânicos. Isto aumenta a vida útil do aterro sanitário, bem como diminui os custos de disposição final dos rejeitos.

A projeção aponta que, sem considerar as metas de redução e reaproveitamento de resíduos recicláveis e orgânicos, a quantidade de resíduos aterrados teria uma pequena diminuição ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2036, 2.227ton/ano. Entretanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e dos resíduos orgânicos, haveria uma redução mais expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de potencialmente 59% para 2036, sendo enviado para disposição final 921ton/ano.

Neste sentido, ficam evidentes as vantagens do estabelecimento de programas e ações para que se aproveite ao máximo os resíduos recicláveis secos e orgânicos presentes nos resíduos sólidos urbanos. A recuperação destes materiais permitiria, além de substancial redução nos custos de disposição final e aumento da vida útil de aterros, o incentivo a projetos de iniciativa socioambiental, como a formação ou o fortalecimento de associações ou cooperativas de catadores, gerando potencialmente alternativas de emprego e renda. Outro aspecto interessante é o uso dos insumos orgânicos gerados pelo reaproveitamento ou compostagem dos resíduos orgânicos em hortas comunitárias e espaços públicos, bem como a comercialização dos mesmos.

2.4.1.5. Limpeza de logradouro

O serviço de limpeza de logradouro é responsável pela varrição, capina, limpeza das praças e locais onde se realiza as feiras.

Este serviço objetiva evitar problemas sanitários como riscos de acidentes para pedestre, redução de vetores e alagamentos ocasionados pelo entupimento e bloqueio de sarjetas e bocas de lobo.

A varrição ou varredura é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos, e tem como objetivo a limpeza de resíduos como areia, folhas carregadas pelo vento, papéis, pontas de cigarro, latas, garrafas, sacos plásticos e etc., cuja composição varia em função da arborização existente, intensidade de trânsito de veículos, calçamento e estado de conservação do logradouro, uso dominante (residencial, comercial, etc.) e circulação de pedestres (IBAM, 2010)

O SNIS (2014) utiliza alguns indicadores relacionados a varreduras, um dos mais importantes é o indicador denominado IN048, que indica a extensão anual varrida percapita. A partir deste indicador é possível estimar a extensão varrida no município, se relacionarmos a projeção da população com o valor do indicador fornecido por SNIS (2014), teremos então valores previsíveis para o indicador (IN048), ver Quadro 47.

É importante ressaltar que este indicador não leva em consideração a equalização dos dados, ou seja, a extensão de sarjetas varridas é um somatório que não leva em consideração a região varrida, nem a repetição das vias varridas, o que pode nos fornecer um resultado distorcido.

Outro importante indicador para limpeza de logradouros é o IN051, SNIS(2014), que nos fornece um valor de capinadores para cada mil habitantes da zona urbana, utilizando os dados no SNIS e quantidade de população IBGE, é possível estimar um total de capinadores no município, porém provavelmente este município não apresentou dados suficientes para o SNIS, que por sua vez não apresenta dados em suas séries históricas.

Apesar dos indicadores não refletirem a realidade com perfeição, eles nos fornecem informações importantes a respeito da limpeza de logradouros municipal, uma das informações, que pode ser projetada no quadro abaixo é a necessidade de aumentar a extensão varrida, pois se forem mantidos as mesmas equipes, com o crescimento populacional os “indicadores” se tornarão cada vez mais inadequados, evidenciados pelo decrescimento.

Quadro 47 - Projeção dos indicadores de limpeza de logradouro

Ano	**População Urbana** (hab.)	**Extensão varrida** Km (ano)	**IN048 Previsível** (km_varrido/ pop_urb.ano)	**Capinadores**	**IN051 Previsível** (Capinadores/ 1000hab.urb)
2014	5.456	2.837	0,52*	-	-
2015	5.480	2.837	0,52	-	-
2016	5.513	2.837	0,51	-	-
2017	5.547	2.837	0,51	-	-
2018	5.568	2.837	0,51	-	-
2019	5.587	2.837	0,51	-	-
2020	5.608	2.837	0,51	-	-
2021	5.627	2.837	0,50	-	-
2022	5.659	2.837	0,50	-	-

Ano	População Urbana (hab.)	Extensão varrida Km (ano)	IN048 Previsível (km_varrido/ pop_urb.ano)	Capinadores	IN051 Previsível (Capinadores/ 1000hab.urb)
2023	5.682	2.837	0,50	-	-
2024	5.703	2.837	0,50	-	-
2025	5.725	2.837	0,50	-	-
2026	5.748	2.837	0,49	-	-
2027	5.751	2.837	0,49	-	-
2028	5.775	2.837	0,49	-	-
2029	5.781	2.837	0,49	-	-
2030	5.793	2.837	0,49	-	-
2031	5.805	2.837	0,49	-	-
2032	5.835	2.837	0,49	-	-
2033	5.847	2.837	0,49	-	-
2034	5.868	2.837	0,48	-	-
2035	5.883	2.837	0,48	-	-
2036	5.887	2.837	0,48	-	-

*SNIS (2014)

Fonte: SHS (2016)

2.4.2. Cálculo dos custos da prestação dos serviços

Os objetivos deste item são analisar as receitas e despesas do município oriundas da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e propor métodos de cálculo e formas de cobrança para as taxas aplicadas aos mesmos.

2.4.2.1. Panorama do setor

O Quadro 48 apresenta as despesas e receitas associadas à prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Pocrane no ano de 2013 conforme dados do SNIS.

Quadro 48 - Informações sobre o manejo de resíduos sólidos

Descrição	Unidade	Ano de Referência
		2013
Receita orçada com serviços de manejo de RSU	R$/ano	0,00
Receita arrecadada com serviços de manejo de RSU	R$/ano	0,00
Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU	R$/ano	321.946,90
Despesa total com a coleta de RSS	R$/ano	5.623,00

Despesa total com o serviço de varrição	R$/ano	236.261,30
Despesa total com todos os agentes executores dos demais serviços quando não especificados em campos próprios	R$/ano	0,00
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R$/ano	563.831,20
Resultado	R$/ano	-563.831,20
RSU: Resíduos sólidos urbanos; RDO: Resíduos sólidos domiciliares e resíduos comerciais com características similares; RPU: Resíduos sólidos públicos; RCC: Resíduos de construção e demolição; RSS: Resíduos sólidos dos serviços de saúde; S/I: Sem informação.		

Fonte: SNIS (2015)

Como é possível observar, o município não arrecada receita com o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, resultando em déficit econômico. Desta forma, se faz necessária a instituição de uma taxa de coleta e remoção do lixo urbano. Neste contexto, há alguns desafios a serem vencidos e que devem ser considerados nas metodologias propostas para o cálculo da taxa, tais como:

- Ampliar a autossuficiência econômica do setor conforme determina a Lei n.º 11.445/07, isto é, diminuir o déficit operacional;
- Observar o princípio do poluidor-pagador, que busca atribuir o ônus das despesas proporcionalmente à capacidade do agente de gerar resíduos;
- Observar o **princípio da isonomia** (CF, art. 150, II);
- Observar o **princípio da capacidade contributiva** (CF, art. 145, § 1º).

2.4.2.2. Princípio da isonomia

Pela Constituição Federal, a lei, em princípio, não deve dar tratamento desigual a contribuintes que se encontrem em situação equivalente (CF, art. 150, II).

O tributo progressivo, com alíquotas crescentes por faixas de renda, por exemplo, não fere o princípio da isonomia. A igualdade aparece aqui de forma bastante elaborada na proporcionalidade da incidência em função da utilidade marginal da riqueza. Em outras palavras, quanto maior a disponibilidade econômica, maior será a parcela desta com utilizações distantes das essenciais e próximas do consumo supérfluo, logo maior a produção de resíduos sólidos e consequentemente de custo aos serviços de coleta e remoção de lixo, contemplando, aqui, inclusive o inciso IV, § 1º do art. 29 da Lei n.º 11.445/07, que dispõe que a instituição da taxa de coleta e remoção do lixo deve, dentre outros objetivos, inibir o consumo supérfluo e o desperdício de recursos.

2.4.2.3. Princípio da capacidade contributiva

Também faz parte da isonomia também tratar os desiguais de modo desigual, devendo, assim, o tributo ser cobrado de acordo com as possibilidades econômicas de cada um (CF, art. 145, § 1º).

Não existe unanimidade quanto ao entendimento acerca da capacidade contributiva ou capacidade econômica do contribuinte. Geralmente, critérios como área construída e extensão da testada do imóvel são utilizados nos métodos de cálculo como uma forma de respeitar a capacidade de pagamento do contribuinte, nos termos estabelecidos do inciso VI do art. 30 da Lei n.º 11.445/07.

2.4.2.4. Metodologias de cálculo da taxa de coleta de lixo

Os modelos apresentados seguem as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal n.º 11.445, de 05/01/2007, que trata das diretrizes nacionais para o saneamento básico e cabe destacar também que o conteúdo desta proposta se amolda ao disposto na Súmula Vinculante n.º 19 do Supremo Tribunal Federal – STF, que diz:

> "A taxa cobrada exclusivamente em razão dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis não viola o artigo 145, II, da Constituição Federal."

Ainda observando referida súmula, esta proposta trata como específicos e divisíveis os serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis,

> "desde que essas atividades sejam completamente dissociadas de outros serviços públicos de limpeza realizados em benefício da população em geral (*utiuniversi*) e de forma indivisível, tais como os de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos (praças, calçadas, vias, ruas, bueiros)...."

Decorre daí que as taxas cobradas em razão exclusivamente dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis são constitucionais, ao passo que é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos. (...) Além disso, no que diz respeito ao argumento da utilização de base de cálculo própria de impostos, o Tribunal reconhece a constitucionalidade de taxas que na apuração do montante

devido, adote um ou mais dos elementos que compõem a base de cálculo própria de determinado imposto, desde que não se verifique identidade integral entre uma base e a outra." RE 576.321 RG-QO - STF (DJe 13.2.2009) - Relator Ministro Ricardo Lewandowski - Tribunal Pleno.

As metodologias de cálculo e as formas de cobrança propostas visam à instituição ou alteração da taxa de coleta de lixo do município, segundo sua definição na própria Constituição Federal, no bojo do inciso II do art. 145: "taxa é o tributo cobrado pelo exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição".

No caso em apreço, trata-se de uma taxa de serviços, que aos moldes da Súmula Vinculante n.º 19, é uma atuação estatal única e determinada, fruída em separado por cada contribuinte (ou seja, divisível). Assim, nada impede que o município institua uma taxa de coleta de lixo ou resíduos.

2.4.2.4.1. Rateio dos custos pelo número de economias

Este modelo é baseado na proposta apresentada no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo IBAM (2001) em parceria com o Governo Federal.

De acordo com esta metodologia, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo (TCL) pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual ou mensal da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Desta maneira, é possível simular quanto teria sido esta taxa no município de Pocrane no ano de 2013. Segundo o IBGE, a população da área urbana do município em 2013 era de 5.437 habitantes. Considerando uma média de 3,3 habitantes por domicílio, estima-se que havia 1648 domicílios no município em 2013. Se os serviços fossem de fato oferecidos a todos esses domicílios, poder-se-ia contabilizá-los em sua íntegra nos cálculos. Dividindo-se o custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em 2013 (R$563.831,20), calculado com base nos dados do SNIS, pelo número estimado de domicílios atendidos, a taxa anual de coleta de lixo seria de R$342,22, ou seja menos de 30 Reais por mês por domicílio.

Este modelo, embora vantajoso por sua simplicidade, não considera a capacidade de pagamento do contribuinte e não atribui o pagamento ao real gerador de

resíduos sólidos. Desta maneira, o IBAM (2001) recomenda que sejam considerados outros fatores, como o fator social, que é função do poder aquisitivo médio dos moradores de determinadas regiões e que torna a cobrança socialmente mais justa. Também é citado o fator operacional, que considera as peculiaridades de cada imóvel por conta de sua tipologia (comercial, residencial, etc.) ou pode ser adotado um fator que considere os locais em função do esforço, em pessoal ou em equipamentos, empregados no sistema de coleta (densidade demográfica, topografia, pavimentação, etc.).

2.4.2.4.2. Cálculo baseado na tipologia do gerador

Esta metodologia leva em consideração o porte do gerador em função do volume de resíduos gerado por determinado período (dia, semana ou mês), a saber, pequenos, médios e grandes geradores. Para que seja possível aplicá-la, um cadastro dos geradores comerciais e industriais deve ser elaborado e atualizado anualmente. Este cadastro deve conter informações sobre quantidades geradas, características dos resíduos, entre outras informações que possam ser consideradas relevantes para a coleta e destinação dos resíduos.

A seguir, são apresentadas as formas de cálculo da taxa de coleta de lixo para cada categoria.

Pequeno gerador

Enquadram-se nesta categoria os domicílios, estabelecimentos comerciais, prestadores de serviço e indústrias que geram pequenas quantidades de resíduos, isto é, menos de 100 L/dia.

Para este tipo de gerador, o cálculo da taxa é feito de forma análoga à descrita no item 2.4.2.4.1, de acordo com a seguinte fórmula:

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = \frac{custos\ com\ a\ coleta\ convencional\ (R\$)}{nº\ de\ usuários\ (residências, comércios\ e\ serviços)}$$

Para os geradores que não ultrapassam 100 L/dia, a Prefeitura deve se responsabilizar pela retirada de:

- Resíduos domiciliares;
- Materiais de varredura domiciliar;

- Resíduos originários de restaurantes, bares, hotéis, quartéis, mercados, matadouros, abatedouros, cemitérios, recinto de exposições, edifícios públicos em geral e resíduos de estabelecimentos comerciais resíduos inócuos de estabelecimentos industriais;
- Restos de limpeza e de poda de jardim, desde que caibam em recipientes de 100 L;
- Restos de móveis, de colchões, de utensílios, de mudanças e outros similares, em pedaços, que fiquem contidos em recipiente de até 100 L;
- Animais mortos, de pequeno porte.

Médio gerador

Enquadram-se nesta categoria os estabelecimentos comerciais e industriais que geram entre 100 e 200 L/dia de resíduos sólidos.

Para geradores desse porte, a taxa é calculada com base em alíquotas fixas incidentes sobre o valor locativo anual dos imóveis, na porcentagem de 1,5%. Destaca-se que o valor locativo anual dos prédios representa 10% do valor venal.

$$Valor_{locativo}(R\$) = 10\% \times Valor_{venal}(R\$)$$

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = 1{,}5\% \times Valor_{locativo}(R\$)$$

Grande gerador

Enquadram-se nessa categoria os estabelecimentos comerciais e industriais que geram mais de 200 L/dia de resíduos sólidos.

Para geradores desse porte, a taxa é calculada com base em alíquotas fixas incidentes sobre o valor locativo anual dos imóveis, na porcentagem de 3%. Destaca-se que o valor locativo anual dos prédios representa 10% do valor venal.

$$Valor_{locativo}(R\$) = 10\% \times Valor_{venal}(R\$)$$

$$Taxa_{Lixo\ (P)}(R\$) = 3\% \times Valor_{locativo}(R\$)$$

Os médios e grandes geradores que tiverem interesse que a Prefeitura Municipal colete seus resíduos deverão proceder à comunicação formal e se cadastrar junto à administração pública do município. Nestes casos, a Prefeitura poderá realizar a retirada dos seguintes materiais, mediante pagamento:

- Animais mortos de grande porte;
- Móveis, colchões, utensílios, sobras de mudanças e outros similares, cujos volumes excedam o limite de 100 L/dia;
- Restos de limpeza e de poda que excedam o volume de 100 L;
- Resíduos industriais ou comerciais, não perigosos, de volume superior a 100 L;
- Entulho, terra e sobras de materiais de construção de volume superior a 50 L.

2.4.2.4.3. Cálculo baseado na área construída do imóvel

Este método leva em consideração a área construída do imóvel ou ainda sua testada, partindo do pressuposto de que a geração de lixo é diretamente proporcional ao tamanho do móvel. Neste caso, em geral, a taxa de coleta de lixo é calculada pelo produto de um fator de referência tabelado, que pode ser relacionado à localização e/ou tipo do imóvel (domiciliar, comercial ou industrial); à área construída e da Unidade Fiscal do Município (UFM). Ao acrescentar a variável referente à dimensão do imóvel essa metodologia busca tornar a taxa mais justa, cobrando mais dos usuários que gerem maior pressão sobre o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

$$Taxa_{lixo} = fator\ de\ referência \times área\ construída\ ou\ testada\ do\ imóvel \times UFM$$

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando UFM = R$25,00 e os fatores de referência da Tabela 5, que consideram o tipo do imóvel (residencial ou comercial) e sua localização, supondo uma divisão hipotética do município em três zonas residenciais e duas comerciais, conforme ilustrado na tabela apresentada a seguir.

Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel

Zonas		Fator de referência
A	**residencial 1**	0,15
B	**residencial 2**	0,20
C	**residencial 3**	0,25
D	**comercial 1**	0,30
E	**comercial 2**	0,50

Fonte: SHS (2015)

Assim, foram simuladas as taxas de coleta de lixo baseadas neste método para imóveis hipotéticos de áreas construídas de 50 e 100 m² de cada zona determinada (Tabela 6).

Tabela 6 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel

Zona	Fator de referência	Área construída (m²)	Taxa anual de coleta de lixo	Taxa mensal de coleta de lixo
Residencial 1	0,15	50	R$ 187,50	R$ 15,63
Residencial 1	0,15	100	R$ 375,00	R$ 31,25
Residencial 2	0,20	50	R$ 250,00	R$ 20,83
Residencial 2	0,20	100	R$ 500,00	R$ 41,67
Residencial 3	0,25	50	R$ 312,50	R$ 26,04
Residencial 3	0,25	100	R$ 625,00	R$ 52,08
Comercial 1	0,30	50	R$ 375,00	R$ 31,25
Comercial 1	0,30	100	R$ 750,00	R$ 62,50
Comercial 2	0,50	50	R$ 625,00	R$ 52,08
Comercial 2	0,50	100	R$ 1.250,00	R$ 104,17

Fonte: SHS (2015)

2.4.2.4.4. Cálculo baseado no consumo de água

De forma geral, as metodologias utilizadas até o momento têm se mostrado pouco eficazes em atender ao princípio que permite cobrar do gerador de resíduos sólidos de acordo com a sua capacidade de produzir tais resíduos. A área construída e a localização do imóvel são critérios bastante razoáveis para atender ao princípio da capacidade pagamento, mas pouco eficazes quanto à capacidade geradora.

Sabe-se que a geração de resíduos sólidos está associada a fatores como renda, idade e nível educacional, difíceis de serem mensurados. Entretanto, recentemente, alguns estudos têm mostrado que há significativa correlação entre o consumo de água por economias (ou domicílios) e geração de resíduos.

Assim, a metodologia proposta por D'ella (2000 *apud* Onofre, 2011) consiste em incluir o volume de água consumido pelas economias no cálculo da taxa de coleta de lixo, como na equação a seguir.

$$Taxa_{Lixo} = \left(\frac{consumo\ de\ água\ da\ economia\ (m^3)}{consumo\ de\ água\ total\ no\ município\ (m^3)} \right) \times custo\ dos\ serviços\ (R\$)$$

É possível simular quanto teria sido esta taxa no município de Pocrane no ano de 2013 para domicílios com diferentes padrões de consumo de água. Foram utilizados os mesmos dados considerados no cálculo da taxa pelo método do rateio dos custos pelo número de economias, isto é, população urbana de 5.437 habitantes, total de 1648 domicílios e custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de R$563.831,20. Foi estimado ainda o consumo de água total na área urbana do município a partir do valor do consumo *per capita* de água indicado no SNIS (315,1 L/hab.dia), resultando em um total de 625.318 m³ de água consumidos em 2013.

A partir destes valores, foram simuladas as taxas de coleta de lixo urbano que seriam aplicadas em 2013 para domicílios com consumo anual de água de 100, 200, 300, 400 m³ (Tabela 7). Como é possível observar, esta metodologia permite que o pagamento da taxa seja proporcional à geração de lixo pela economia, observando o princípio do poluidor-pagador.

Tabela 7 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água

Consumo anual de água da economia (m³)	Taxa anual de coleta de lixo urbano	Taxa mensal de coleta de lixo urbano
100	R$ 90,17	R$ 7,51
200	R$ 180,33	R$ 15,03
300	R$ 270,50	R$ 22,54
400	R$ 360,67	R$ 30,06

Fonte: SHS (2015)

2.4.2.4.5. Cálculo alternativo baseado no consumo de água

A fim de se aperfeiçoar o método proposto por D'ella (2000 *apud* Onofre, 2011), levando em conta o princípio da capacidade de pagamento, são propostos alguns ajustes, a saber:

- Classificar as economias em zonas de acordo com sua localização e tipologia;
- Criar um fator de referência relacionado a cada zona, a ser considerado junto à área construída, a fim de apurar o cálculo e impedir, por exemplo, que residências de alto padrão em bairros populares sejam subtaxadas.

A nova taxa seria calculada da seguinte forma:

$$Taxa_{Lixo} = (fator\ de\ referência\ \times\ área\ construída\ em\ m^2) + fator\ água.$$

Onde o fator água se dá pela seguinte equação:

$$fator\ água\ = 0{,}3 \times \left(\frac{consumo\ de\ água\ da\ economia\ (m^3)}{consumo\ de\ água\ total\ no\ município\ (m^3)}\right) \times custo\ dos\ serviços\ (R\$)$$

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando os fatores de referência da Tabela 8.

Tabela 8 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zonas		Fator de referência
A	**residencial 1**	0,50
B	**residencial 2**	0,75
C	**residencial 3**	1,00
D	**comercial 1**	1,50
E	**comercial 2**	2,00

Fonte: SHS (2015)

Assim, foram simuladas as taxas calculadas por este método para economias hipotéticas de 100 m² de área construída de cada zona determinada. Os cálculos foram realizados considerando-se dois valores diferentes de consumo anual de água: 200 e 400 m^3. Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zona	FR	Área (m²)	Consumo de água (m³)	Taxa anual	Taxa mensal
Residencial 1	0,50	100	100	R$ 104,10	R$ 8,68
Residencial 1	0,50	100	200	R$ 158,20	R$ 13,18
Residencial 2	0,75	100	100	R$ 129,10	R$ 10,76
Residencial 2	0,75	100	200	R$ 183,20	R$ 15,27
Residencial 3	1,00	100	100	R$ 154,10	R$ 12,84
Residencial 3	1,00	100	200	R$ 208,20	R$ 17,35
Comercial 1	1,50	100	150	R$ 204,10	R$ 17,01
Comercial 1	1,50	100	300	R$ 258,20	R$ 21,52
Comercial 2	2,00	100	150	R$ 254,10	R$ 21,18
Comercial 2	2,00	100	300	R$ 308,20	R$ 25,68

Fonte: SHS (2015)

Embora ausente desta metodologia de cálculo, um fator interessante no sentido de se fazer justiça tributária aliada às práticas de políticas públicas ambientalmente sustentáveis é a criação de um redutor de preço da taxa ao se premiar o uso de

procedimentos sustentáveis e/ou tecnologias modernas e eficientes no manejo com os resíduos sólidos, observando o disposto no art. 29, § 1º, VII da Lei n.º 11.445/07.

Esta metodologia de cálculo traz alguns benefícios:

- Considera um maior número de variáveis, tornando a cobrança mais justa e observando os princípios do poluidor-pagador, da isonomia e da capacidade contributiva;
- Permite que a cobrança seja proporcional ao uso que cada economia faz do serviço, ao gerar mais ou menos volume de resíduos;
- Permite atenuar as distorções causadas quando, por exemplo, uma residência de padrão elevado está situada em uma zona residencial popular, ao considerar, além da localização, o porte dos imóveis;
- Estimula o uso racional da água, uma vez que o volume de água consumido é parte da base de cálculo do tributo.

2.4.2.5. Formas de cobrança da taxa de coleta de lixo

A forma de cobrança pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a ser adotada pelo município deverá ser escolhida com base no que melhor se adequar às especificidades locais e deverá ser estabelecida por legislação municipal.

Usualmente, cobra-se a “taxa de coleta de lixo” anualmente junto ao Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU). Entretanto, foram observados alguns problemas relacionados a esta forma de cobrança. Verifica-se que há um alto nível de inadimplência no pagamento deste tributo, o que afeta diretamente o recebimento das receitas referentes aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Além disso, o fato de se tratar de uma entrada de recursos anual em contrapartida ao repasse mensal às empresas executoras dos serviços, o que gera um cenário de déficit acumulado.

Visando evitar esses problemas, uma forma alternativa de cobrança da taxa de coleta de lixo seria a cobrança mensal, junto à taxa/tarifa de água e esgoto. É possível realizar uma parceria entre a Prefeitura Municipal e a empresa que tem a concessão dos serviços de água e esgoto (tarifa) ou o SAAE (taxa), na qual a Prefeitura faria uso do sistema já consolidado da empresa e esta receberia um determinado valor por economia cobrada, reduzindo seu custo de faturamento/cobrança. Caso a Prefeitura Municipal seja a responsável pelos serviços de água e esgoto, como é o caso de

Pocrane, basta incorporar a cobrança da taxa de coleta de lixo ao sistema já existente de cobrança das taxas de água e esgoto.

2.4.3. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e de condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen *et al*., 2010).

O crescimento populacional e as transformações no desenvolvimento da cidade acarretam diretamente em mudanças qualitativas e quantitativas na geração *per capita* dos resíduos. Tal situação implica necessariamente em atualizações do gerenciamento dos resíduos sólidos, podendo apresentar variações nos custos, nas estratégias de gestão e nas possibilidades de áreas propícias e adequadas para a disposição final.

Para o disciplinamento da indicação de áreas passíveis de receberem um aterro sanitário em Pocrane foram consultadas as seguintes fontes:

- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU);
- Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:
  - NBR 10157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação - procedimento
  - NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação - procedimento
- Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto 7.404/10,
- Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008,
- Estudo de alternativas locacionais para Aterros Sanitários, (JARDIM, 1995);
- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM-SEDU),
- Lei Federal nº 9.985/2.000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza;
- RESOLUÇÃO N° 428, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010, Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela

administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

Foram considerados alguns critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais das fontes consultadas, para a consideração de áreas a serem usadas como aterro de rejeitos. Tais critérios são:

- Os aterros devem respeitar distâncias da ordem de 500 metros de núcleos habitacionais e 300 metros de qualquer coleção hídrica (DN COPAM 118/07),
- Deverá ser considerada uma área que propicie uma vida útil mínima de 20 anos ao aterro (IBAM - SEDU, 2001),
- Os aterros sanitários devem ser idealmente localizados em áreas isoladas, de baixo valor comercial e de baixo potencial de contaminação do aquífero.
- A área deve estar localizada em terreno com solo de baixa permeabilidade e com declividade média inferior a 30% e deverão ser evitadas várzeas sujeitas à inundação (NBR 13896/97; DN COPAM 118/07),
- A localização da área não poderá ocorrer, em nenhuma hipótese, em áreas erodidas, em especial em voçorocas, em áreas cársticas ou em Áreas de Preservação Permanente – APP (DN COPAM 118/07),
- É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte do lixo (IBAM - SEDU, 2001),
- Os aterros devem ser localizados em áreas e regiões de fácil e abundante disponibilidade de material de cobertura.
- Sempre que possível, as áreas devem estar situadas em terrenos de alto conteúdo de argila, em face da baixa permeabilidade e da elevada capacidade de adsorção de tais solos.
- E ainda, os aterros deverão ser construídos fora de áreas de interesse ambiental.

A Figura 11 resume a aplicação dos critérios estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº118/ 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais, para escolha da localização da área para instalação do aterro sanitário.

Figura 11 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área

Fonte: FEAM, 2008

Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Pocrane

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM – SEDU, explicada no Quadro 49, além de dados projecionais utilizados para estimar a área. Os parâmetros utilizados foram:

- nº de habitantes do município em 2036: 8613 habitantes;

- Produção de resíduos estimada para todo o município, incluindo zona rural: cerca de 7,0 toneladas/dia.

Quadro 49 - Área necessária em m²

Para se estimar a área total necessária a um aterro, em metros quadrados, basta multiplicar a quantidade de lixo coletada diariamente, em toneladas, pelo fator 560 (este fator se baseia nos seguintes parâmetros, usualmente utilizados em projetos de aterros: vida útil = 20 anos; altura do aterro = 20m; taludes de 1:3 e ocupação de 80% do terreno com a área operacional).		
Quantidade média de lixo (toneladas/dia) (SEADE, 2013)	x 560	Área necessária m²
7,0		**3920**

Fonte: IBAM – SEDU

Conforme apresentado no Quadro 49, para o montante de resíduos gerados em Pocrane será necessária uma área de aproximadamente 3920m² para a construção de um aterro sanitário, incluindo a área para a disposição de resíduos e para a alocação de infraestrutura de apoio (cerca, portaria, escritório, oficina, almoxarifado, vestiário, refeitório, galpões, acessos, poços de monitoramento, etc.).

Considerando os critérios mencionados neste capítulo, após análise do território espacial do município feita através de cartas, mapas e por meio da sobreposição de imagens de satélite, é perceptível a grande quantidade de coleções hídricas presente no município e sua geografia montanhosa, o que restringe em grande parte a escolha de áreas adequadas. Outro fator limitante é o acesso aos possíveis locais para instalação do aterro, seguindo os critérios adotados, deu-se preferencia, durante a escolha, de locais próximos à malha viária.

As escolhas das áreas também levou em consideração a proximidade da sede, devido sua maior densidade populacional.

Feitas tais considerações, a presente análise, que deve ser considerada apenas preliminarmente[3], resultou na sugestão de cinco áreas, segundo suas coordenadas *24K UTM*, cujas localizações são mostradas na Figura 12 e Figura 13.

***Área 1**: 229230mE, 7828141mS;*

***Área 2**: 223627mE, 7831802mS;*

***Área 3**: 235902mE, 7823640mS;*

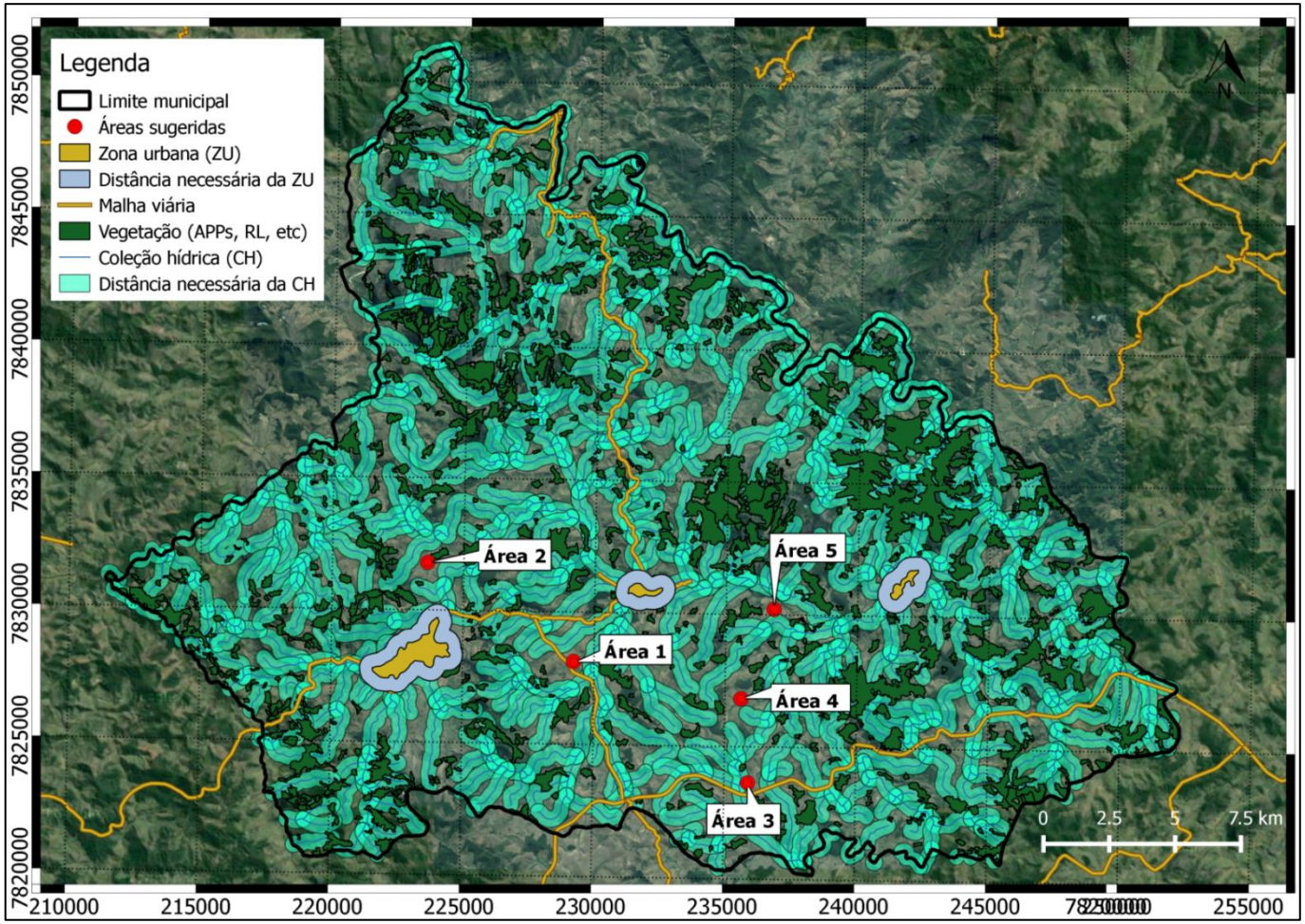
***Área 4**: 235610mE, 7826811mS;*

***Área 5**: 236823mS, 7830213mE*.

[3] É preciso considerar uma série de estudos necessários para escolha final do local adequado, como análises geotécnicas definidas por normas técnicas, bem como estudos definidos pela DN 118/2008

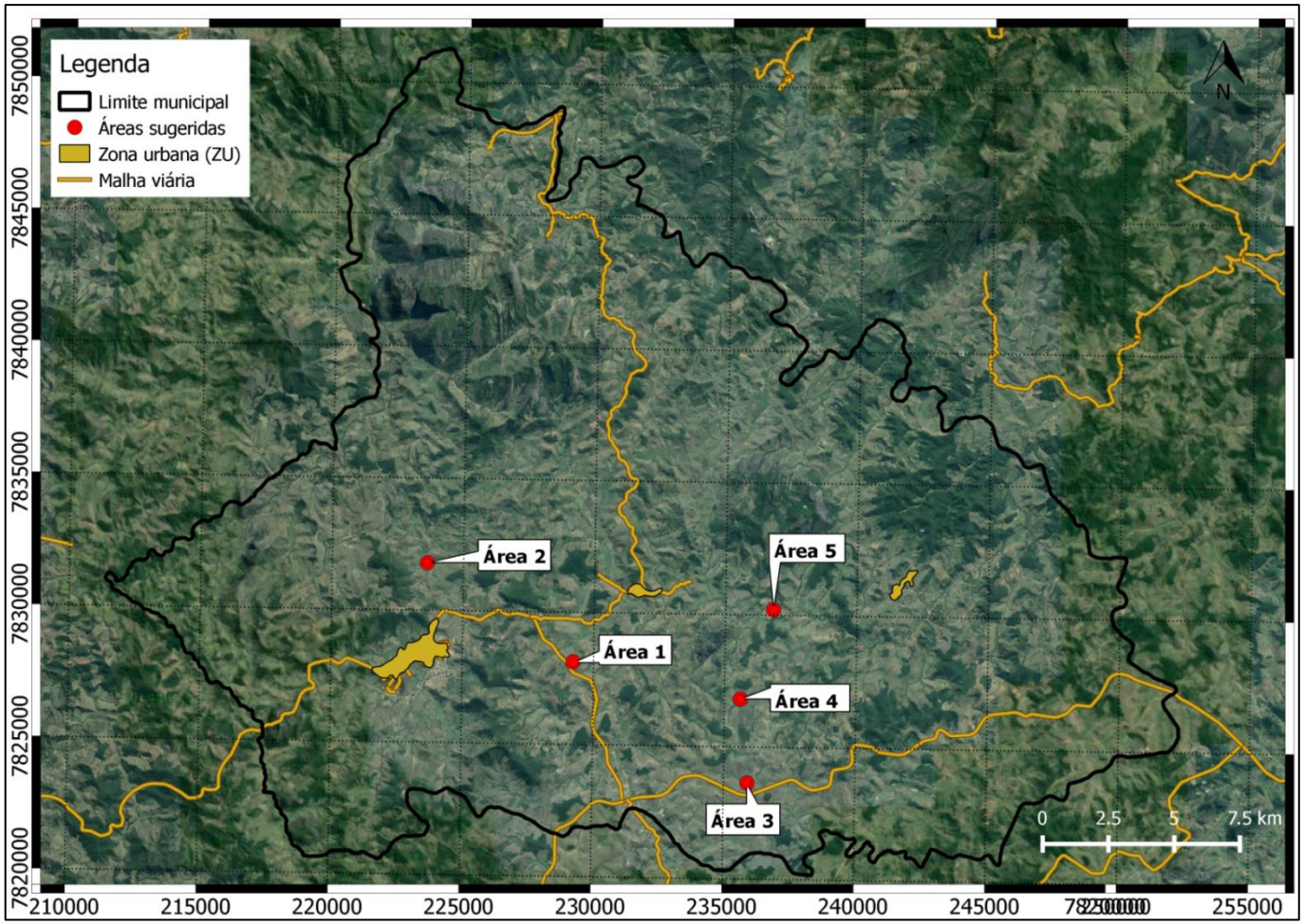
A Figura 12 evidencia que a sugestão das áreas foi feita respeitando as normas citadas anteriormente, onde se pode perceber a imensa malha hídrica existente no município, bem como o EEI e seus respectivos distanciamentos necessários. A Figura 13 facilita a visualização dos locais das áreas sugeridas, uma vez que é apresentada com menos elementos interferindo visualmente.

Figura 12 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (AS), em Pocrane-MG



Fonte: Google Earth©, SHS (2015)

Figura 13 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário em Pocrane-MG



Fonte: Google Earth, SHS (2015)

2.4.4. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes.

Os critérios para projeto e implantação de um aterro para resíduos classe II (classificação segundo NBR 10.004/2004), são orientados pela Resolução CONAMA nº 307/02, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Complementada pela Resolução CONAMA nº 488/12, a Resolução nº307, classifica a os resíduos da construção civil (RCC) em quatro classes (Art. 3):

> **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;
> **Classe D**: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 10.004/2004, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados. De forma sucinta tem-se:

- Resíduos Classe I: perigosos
    - Resíduos Classe II: não perigosos:
    - Resíduos Classe II A: não inertes
- Resíduos Classe II B: inertes

Maia *et al* (2009), cita que os resíduos da construção civil pertencem à Classe II B– inertes (classificação segundo NBR). Porém, devido ao caráter específico de cada obra e à composição dos materiais, podem ser gerados nos canteiros de obras resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente. Este fato juntamente com as especificações da Resolução CONAMA nº 307/02, dispõe que seja providenciada, anteriormente a um aterro de resíduos da

construção civil e de resíduos inertes, a instalação de área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), o que obriga os gestores *a definir as localidades do aterro de RCC e da ATT, podendo esta última ser próxima, em conjunto ou distante do aterro.*

Após definido o valor da área necessária para o aterro, será então preciso seguir alguns critérios para o projeto e implantação do mesmo.

Todos os critérios considerados são definidos pelas leis e normas técnicas listadas abaixo:

- Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, alterada pelas Resoluções nº 448/12,431/11 e 348/04 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Lei Estadual 18.031, de 12 de janeiro de 2009 – dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação
- NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
- NBR 15.113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 13896/97 Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

Vale dar destaque para a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 que define como critérios básicos para escolha da área para instalação:

> "área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente"

Destaque também para a NBR 13896/97, que define os critérios para o projeto e implantação:

- Critérios para localização:
    - Um local para ser utilizado para aterros de resíduos não perigosos deve ser tal que:

a) O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado;

b) A aceitação da instalação pela população seja maximizada;

c) Esteja de acordo com o zoneamento da região;

d) Possa ser utilizado por um logo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

Para a avaliação da *adequabilidade de um local* aos critérios descritos acima, diversas considerações técnicas devem ser feitas:

a) Topografia- característica de fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção e instalação. Recomenda-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;

b) Geologia e tipos de solos existentes- tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneos de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-5}cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0m;

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

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

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

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

g) Distância mínima a núcleos populacionais - deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais. Recomenda-se que esta distância seja superior a 500 m.

Em qualquer caso, obrigatoriamente os seguintes critérios devem ser observados:

a) o aterro não deve ser executado em áreas sujeitas à inundação, considerando-se períodos de recorrência de 100 anos;

b) Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,5m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região.

c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a $5x10^{-5}$ cm/s;

d) os aterros só podem se construídos em áreas de uso conforme legislação local de uso do solo

Já a escolha da área para instalação de uma ATT, definida pela NBR 15112/04, é meramente econômica e estratégica, já que é uma área de simples triagem e movimentação de massas.

2.4.5. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil

Os Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD) representam uma grande parcela dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Como é possível notar nos estudos de diversos autores, os RCD chegam a representar de 40 a 60% em massa do total de resíduos gerados em diversos municípios brasileiros (PINTO, 1999). Desta maneira, faz-se muito importante o gerenciamento adequado deste tipo de resíduo, de forma a evitar os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela disposição inadequada desses em vias públicas, terrenos baldios e até mesmo aterros sanitários.

Neste contexto, a reciclagem dos RCD se apresenta não apenas como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela disposição incorreta desses, mas também como uma maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados para os aterros de inertes e reaproveitar materiais que ainda possam ser utilizados na construção civil, reduzindo a demanda por matéria prima vinda de fontes tradicionais.

Ressalva-se, entretanto, que a reciclagem dos RCD no Brasil é uma prática recente e ainda pouco comum, tendo sido impulsionada em 2002 pela publicação da Resolução CONAMA nº 307/02, que torna os grandes geradores de RCD responsáveis pela gestão desses resíduos, passando por uma classificação do RCD, segundo seu potencial de reuso e reciclagem, até a destinação adequada para cada classe (MIRANDA et al, 2009).

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015), há cerca de 310 usinas de reciclagem de RCD instaladas no país, sendo a maior parte delas concentrada no estado de São Paulo e em municípios de médio a grande porte. Das 105 usinas que participaram da pesquisa setorial da ABRECON, apenas 3% se localizam no estado de Minas Gerais – ainda que este seja o estado com maior número de municípios no país – e somente 6% estão em municípios com população inferior a 50 mil habitantes – ainda que estes sejam maioria no Brasil.

Segundo Jadovski (2006), a capacidade de produção mínima de uma usina de reciclagem de RCD a fim de se obter viabilidade econômica é de 30 ton/h. Considerando que a usina funcionaria durante 8 h/dia por uma média de 250 dias úteis no ano e que possuiria uma eficiência de 80% em relação à capacidade nominal, esta usina produziria 60.000 ton/ano de agregados reciclados de RCD. Considerando que cerca de 90% em massa do RCD produzido em um município é Classe A, isto é, passível de reciclagem, a geração de RCD mínima no município para tornar a implantação de uma usina de reciclagem de RCD viável economicamente seria de cerca de 66.000 ton/ano. Considerando a massa específica do RCD como 1.200 kg/m³ (ABRECON, 2015), isto representaria um volume de resíduos de 55.000 m³/ano ou ainda 4.583 m³/mês.

A fim de se fazer uma análise preliminar da viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município de Pocrane, foram

estimadas as quantidades deste tipo de resíduo potencialmente geradas nos próximos anos a partir das projeções populacionais realizadas para os anos de 2015 a 2036. Para tal, usualmente considera-se uma geração média de 500 kg/hab.ano baseada na pesquisa de Pinto (1999). Porém, como este valor foi estimado considerando municípios de médio a grande porte, nesta análise, foi adotada o valor médio de 367 kg/hab.ano estimado por método semelhante por Angulo *et al* (2011) para um município de 36.300 hab. do noroeste do estado de São Paulo, realidade esta que pode ser considerada mais semelhante à de Pocrane. No Quadro 50, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 50 - Projeção de geração de RCD de Pocrane

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m³/ano	m³/mês
2015	3.161,0	2.634,1	219,5
2016	3.141,2	2.617,6	218,1
2017	3.120,6	2.600,5	216,7
2018	3.099,7	2.583,1	215,3
2019	3.075,8	2.563,2	213,6
2020	3.055,3	2.546,1	212,2
2021	3.034,0	2.528,3	210,7
2022	3.019,7	2.516,4	209,7
2023	3.004,3	2.503,6	208,6
2024	2.979,3	2.482,8	206,9
2025	2.962,1	2.468,4	205,7
2026	2.944,4	2.453,7	204,5
2027	2.923,2	2.436,0	203,0
2028	2.903,7	2.419,8	201,6
2029	2.884,6	2.403,9	200,3
2030	2.861,5	2.384,6	198,7
2031	2.843,5	2.369,6	197,5
2032	2.833,2	2.361,0	196,8
2033	2.814,2	2.345,1	195,4
2034	2.799,8	2.333,2	194,4
2035	2.785,9	2.321,6	193,5
2036	2.763,9	2.303,2	191,9

Fonte: SHS (2015)

Como é possível notar no Quadro 50, a geração de RCD estimada para o município em 2036 de 2.764 ton/ano é significativamente reduzida quando comparada à massa de 66.000 ton/ano processada por usina com a capacidade mínima para ser considerada economicamente viável. De fato, apenas 6% das usinas que responderam à pesquisa setorial da ABRECON (2015) estão em municípios com menos de 50 mil habitantes, o que indica essa tendência de inviabilidade de implantação de usinas de RCD para municípios de pequeno porte.

Ainda segundo a ABRECON (2015), o baixo valor cobrado e a dificuldade de venda do agregado reciclado de RCD são os principais problemas que comprometem a viabilidade econômica das usinas de reciclagem deste tipo de resíduo. Por outro lado, há algumas formas de se tornar a reciclagem de RCD mais viável economicamente, tais como:

- Investir em usinas móveis, que, diferentemente das usinas fixas, podem ser transportadas até os locais das obras e exigem menos mão de obra (ABRECON, 2015);
- Realizar, no mesmo estabelecimento, outras atividades econômicas complementares à reciclagem dos RCD, de maneira a reduzir custos com a implantação e a operação da usina ou ainda de forma que outras atividades mais lucrativas subsidiem a reciclagem de RCD;
- Investir em soluções consorciadas com outros municípios.

Vale salientar que, considerando apenas o número de habitantes dos municípios da região de Pocrane, mesmo soluções consorciadas dificilmente seriam viáveis economicamente. Considerando a geração mínima de 66.000 ton/ano de RCD e a média de 367 kg/hab.ano, esta usina teria que atender a pelo menos 179.837 habitantes para atingir a viabilidade econômica.

2.4.6. Eventos de Emergência e Contingência

A seguir são elencados alguns potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos da mesma maneira como foi feito para os demais sistemas de saneamento básico nos itens 2.1.3, 2.2.3 e 2.3.6.

Note-se que a separação dos mesmos em eventos operacionais e eventos de gestão e gerenciamento, é puramente didática, uma vez que bom funcionamento e durabilidade dos equipamentos e componentes dos sistemas são altamente dependentes da gestão eficiente dos mesmos.

2.4.6.1. Operacional

- **Ocorrência de avarias ou falha mecânica nos veículos coletores**: a ocorrência de avarias nos veículos coletores reduz a capacidade de coleta do sistema, podendo levar à interrupção local do serviço.
- **Ocorrência de avarias em equipamentos e veículos em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: a ocorrência de avarias em equipamentos e veículos do sistema de manejo de resíduos sólidos pode limitar a capacidade de funcionamento destes serviços.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho por ocasião da coleta de resíduos sólidos**: durante a coleta de resíduos sólidos, os trabalhadores podem sofrer diversos tipos de acidentes, tais como quedas, atropelamentos, cortes, mordidas de animais, etc.
- **Ocorrência de acidentes de trabalho em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.)**: os trabalhadores do sistema de manejo de resíduos sólidos estão sujeitos a diversos tipos de acidentes de trabalho, tais como quedas, cortes, soterramento, contaminação por resíduos perigosos, etc.
- **Ocorrência de desestabilização ou rompimento de taludes no aterro sanitário:** esse evento pode causar poluição dos solos e águas devido à quebra do confinamento do sistema de aterramento de resíduos levando à liberação de líquidos percolados, gases e dos próprios resíduos ao meio ambiente.
- **Ocorrência de má operação do aterro no que se refere à compactação da massa de resíduos:** se a massa de resíduos não for bem compactada na vala de aterramento, com o processo de biodegradação dos resíduos, pode ocorrer uma espécie de assentamento tardio do material aterrado resultando na diminuição da estabilidade do aterro.

2.4.6.2. Gestão e gerenciamento

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções**: a falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções pode levar à interrupção dos serviços de coleta e manejo de resíduos sólidos.
- **Paralisação da coleta regular**: a paralisação dos serviços de coleta regular acarreta na disposição irregular destes resíduos, podendo causar diversos problemas, como o entupimento das estruturas de microdrenagem, a proliferação de vetores de doenças, entre outros.
- **Paralisação dos serviços de varrição e poda e capina**: a paralisação dos serviços de varrição e poda e capina acarreta na disposição irregular destes tipos de resíduos, o que pode levar, por sua vez, à atração de animais peçonhentos, ao entupimento das estruturas de drenagem urbana, entre outros problemas.
- **Paralisação dos serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis**: a paralisação da coleta seletiva de resíduos recicláveis impede a destinação adequada dos mesmos, levando à disposição irregular junto a outros tipos de resíduos ou ainda nas vias públicas.
- **Paralisação dos serviços de coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde**: a paralisação da coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde leva à disposição inadequada destes materiais, gerando riscos à saúde e à segurança da população, além da possibilidade de geração de um passivo ambiental.

2.4.6.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.)**: a ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos coloca em risco a segurança dos operadores do sistema e da população de entorno, além de poder levar à interrupção do serviço.
- **Ocorrência de danos às edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.) devido a desastres naturais**: enchentes, escorregamentos e outros desastres naturais podem causar danos às edificações do sistema, podendo acarretar a interrupção dos serviços.

- **Ocorrência de incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros**: a ocorrência de acidentes, como incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros põe em risco a segurança e a saúde dos trabalhadores, reduz a capacidade de operação do aterro e pode gerar um passivo ambiental.

3. GESTÃO, FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

3.1. Modelos de Gestão

Conforme a Lei nº 11.445/07, são consideradas funções de gestão: o planejamento, a regulação, a prestação dos serviços e a fiscalização, todas pautadas por mecanismos de controle social. Existem alguns modelos para se realizar a gestão dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, sendo estes basicamente classificados em: modelo público, modelo privado e modelo público-privado. O Quadro 51 apresenta as possibilidades de gestão dos serviços de saneamento segundo estes três modelos.

Quadro 51 - Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico

Público	• Pelo município, próprio ente titular da atividade:
	  ○ Por departamentos e/ou secretarias da Prefeitura Municipal;
	  ○ Pelo município indiretamente - autarquias municipais;
	• Por empresas públicas, através de contratos e/ou convênios;
	• Por empresas regionais através da figura dos consórcios pertencentes a um conjunto de municípios.

Privado	• Por empresas particulares, através de concessão e ou contratos. (o concessionário é remunerado, básica e especialmente, através das tarifas pagas diretamente pelos usuários).

Público-privado	• Por parcerias público-privadas. (o Estado participa, integral ou parcialmente da remuneração do concessionário)
	  ○ Concessões patrocinadas: a Administração Pública paga a contraprestação pecuniária a fim de complementar a remuneração do particular;
	  ○ Concessões administrativas: a Administração Pública custeia integralmente a prestação como se fosse o usuário (utilizado em algumas situações sociais desfavoráveis).

Fonte: SHS (2015).

3.1.1. Gestão Pública

3.1.1.1. Administração direta

A administração direta ocorre quando a Administração Municipal presta os serviços através de suas secretarias, departamentos ou repartições em seu nome e sob sua responsabilidade, sendo bastante adotada por municípios pequenos, que segundo IBGE, são os de populações menores que 20.000 habitantes. (IBGE, 2006).

São características desse tipo de gestão:

- ✓ Não há a vinculação das receitas tarifárias dos serviços de saneamento básico ao orçamento público;
- ✓ Não há um acompanhamento do controle financeiro – ocorrem dificuldades em contabilizar despesas e receitas, consequentemente a busca pela sustentabilidade econômica fica mais complicada;

São comuns casos em que os serviços sequer são cobrados, o que permite (indiretamente) o desperdício de água, podendo acarretar um alto consumo *per capita*.

A designação da diretoria ou secretaria é feita por meio de nomeação pelo Poder Executivo, sendo sua criação ou extinção estabelecida por meio de leis.

3.1.1.2. Autarquias Municipais

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS) as autarquias são “entidades com personalidade jurídica de direito público, criadas por lei específica, com patrimônio próprio, atribuições públicas específicas e autonomia administrativa, sob controle estadual ou municipal”. Esse modelo é utilizado por cerca de 20% dos municípios do país.

A autarquia é, portanto, um desmembramento da Administração Municipal, regida por estatutos que lhes dão algumas peculiares tais como:

- ✓ Possuir autonomia jurídica, administrativa e financeira, competindo-lhes exercer todas as atividades relacionadas à administração, à operação, à manutenção e à expansão dos serviços de saneamento;
- ✓ Imunidade de tributos e encargos;
- ✓ Prescrição de dívidas passivas em cinco anos;
- ✓ Impenhorabilidade de bens e rendas;

- ✓ Impossibilidade de usucapião de seus bens;
- ✓ Condições especiais de prazos e pagamentos nos processos jurídicos.

O principal objetivo de se criar autarquias é a integração das atividades necessárias à prestação do serviço sobre um pilar, buscando tornar o processo de gestão mais eficiente.

3.1.1.3. Empresas Públicas ou Companhias Municipais

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS) as empresas públicas são: "entidades paraestatais, criadas por lei, com personalidade jurídica de direito privado, com capital exclusivamente público, de uma só ou de várias entidades, mas sempre capital público". Essas empresas públicas ou companhias estatais são regidas pelas leis: Lei nº 64.045, de 15/12/76 e Lei nº 103.036, de 31/10/2001. Existem poucos casos de cidades que se utilizam desse modelo no Brasil.

A prestação dos serviços se dá por meio de concessão, com prazos estabelecidos para o fim da concessão. Trata-se de um modelo empresarial no qual é necessária a realização de concurso público para contratação, exceto para cargo de confiança, sendo que o regime pessoal é sujeito à CLT.

A empresa pública difere-se da sociedade de economia mista por apresentar apenas capital estatal e ter a possibilidade de qualquer tipo de vigência quanto à modalidade de sociedade comercial.

3.1.1.4. Sociedade de Economia Mista e Companhias Estaduais

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS) as sociedades de economia mista são: "entidades paraestatais, criadas por lei, com capital público e privado, maioria pública nas ações, com direito a voto, gestão exclusivamente pública, com todos os dirigentes indicados pelo Poder Público". A COPASA é um exemplo desse tipo de modelo.

No momento do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), iniciou-se a criação dessas companhias por exigência do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) a fim de atender a população dos municípios com água potável e esgotamento sanitário, de maneira centralizada e através contratos de concessão. Para receber investimentos do BID diversos municípios fizeram contratos de concessão com as respectivas companhias estaduais e, portanto, é um modelo bastante utilizado

desde a época do Planasa, que teve inicio em 1969. Esse modelo é utilizado por cerca de 70% dos municípios do país.

3.1.1.5. Gestão Associada

A criação dos consórcios públicos e convênios de cooperação na área do saneamento básico e em diversos segmentos da Administração Pública vem sendo cada vez mais estimulada, principalmente com a instituição da Lei Federal Nº 11.107/2005 (Lei dos Consórcios), que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. A Lei Nº 11.445/2007, que dá diretrizes nacionais para o saneamento básico, incentiva a constituição consórcios, inclusive para a função de ente regulador dos serviços.

A Lei Nº 11.107/2005 destaca-se também por trazer aos consórcios:

- A existência de um protocolo de intenções bastante detalhado e complexo.

- A obrigatoriedade de constituição de uma pessoa jurídica própria para representar o consórcio.

- A celebração de contrato de consórcio público, vinculando as entidades consorciadas com força obrigacional.

- A celebração de contrato de programa, quando há obrigações destituídas de ônus financeiro direto, a serem assumidas pelos entes federativos. Estas obrigações podem ser relacionadas, por exemplo, à transferência de bens ou cessão de pessoal para o consórcio.

- A celebração de contrato de rateio entre as entidades consorciadas, a ser formalizado para cada exercício financeiro, com a finalidade de estabelecer o compromisso de cada um na aplicação de recursos em prol do consórcio.

As principais vantagens do consórcio são:

- Viabiliza a gestão pública em regiões metropolitanas.
- Melhoria na capacidade técnica, gerencial e financeira de pequenos municípios.
- Viabiliza uma solução única e centralizada para diversos municípios.

A partir do convênio o município pode delegar a regulação de um determinado serviço a uma instituição de outro município ou do governo estadual. O convênio de cooperação entre entes federados precisa estar amparado, obrigatoriamente, por lei de

cada um dos conveniados. Os convênios podem dispor sobre o planejamento, programação, regulação, fiscalização e a avaliação e controle de serviços públicos.

- São embasados na Lei dos Consórcios Públicos, possuindo como objetivo a constituição e regulação de obrigações de um ente com outro ou com o consórcio, caso haja a prestação de serviços públicos. Mais do que isto, serve para concretizar a execução de serviço público sem ultrapassar os limites da gestão associada.
- O contrato de programa pode ser celebrado com entes da administração direta ou indireta, sejam estes últimos pessoas jurídicas de direito público ou privado. Nesta modalidade de gestão, os municípios poderão formar um consórcio, que pode celebrar com uma autarquia de um dos municípios um contrato de programa para a realização de serviços de interesse comum, como, por exemplo, a disposição final dos resíduos sólidos dos entes envolvidos.
- Vantagens: possibilidade de articulação com organizações da sociedade civil, formação de rede interinstitucional de cooperação e ajuda mútua, com ganhos na relação horizontal e participativa em oposição às relações competitivas e isoladas com menor poder diante das relações verticais.
- Desvantagens: complexidade e rigor exigidos para a implementação e operação de um consórcio público.

3.1.2. Gestão Privada

Existem diversos casos em que é inviável a criação de autarquias e empresas estatais para a expansão da estrutura administrativa e sua posterior manutenção, o que leva a desencorajar os gestores de assumir a prestação direta da atividade. Sendo assim, é possível conceder a prestação de serviço a uma empresa privada que arcaria com os investimentos necessários para a expansão, manutenção e operação dos sistemas, através de recursos próprios ou do setor privado.

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS) são privadas as “empresas com capital predominantemente ou integralmente privado, administradas exclusivamente por particulares”. Assim, esse modelo se configura por uma empresa privada que recebe a concessão simples de serviços públicos,

disciplinada pelas Leis nº 8.987/95, nº 9.074/95 e nº 11.445/07, segundo as quais a administração municipal concede, por contrato, ao setor privado o exercício da prestação dos serviços de saneamento básico, retendo, para si, a titularidade do serviço.

Há a possibilidade de inserir metas e padrões de desempenho no contrato, a fim de que o concessionário seja juridicamente obrigado a manter o serviço público delegado adequado. Nesse sentido cabe ao município ou à entidade regulatória (ou reguladora) garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas, define as tarifas, previne e reprime o abuso do poder econômico, edita normas, dentre outras prerrogativas.

Salienta-se, entretanto, que existem riscos advindos deste tipo de gestão (concessão), principalmente no que tange à excessiva exploração dos recursos naturais e às tarifas mais caras para os consumidores.

3.1.3. Gestão Público-Privada

Esse modelo de gestão é caracterizado por concessões de serviços públicos que envolvam contraprestação pecuniária pública. São regidas pela Lei nº 11.079/04. Nas parcerias público-privadas (PPP), o Estado participa, integral ou parcialmente, da remuneração do concessionário, enquanto que na concessão comum, analisada nas linhas precedentes, o concessionário é remunerado, básica e especialmente através das tarifas cobradas diretamente pelos usuários.

Existe uma subdivisão das parcerias público-privadas: concessões administrativas e concessões patrocinadas.

- **Concessões administrativas:** a Administração concede a prestação do serviço ao parceiro privado e o remunera na exata proporção dos serviços prestados, na função de usuário ou beneficiário direto da atividade. É tido como modelo ideal para as atividades que não comportam cobrança direta de tarifas dos usuários, seja pela impossibilidade de se identificar uma relação contratual entre o tomador e o prestador do serviço, ou pelos interesses sociais envolvidos na questão.
- **Concessões patrocinadas:** a Administração complementa a remuneração do concessionário, pagando uma contraprestação pecuniária ao lado das tarifas

cobradas dos usuários do serviço público. Ao mesmo tempo em que viabiliza investimentos particulares e aproveita o ganho de eficiência da atividade empresarial privada nos serviços de saneamento básico, auxilia as atividades de saneamento básico que normalmente operam em condições financeiras não sustentáveis. Existe neste modelo o risco plausível do concessionário assumir uma atividade deficitária, no entanto, sua capacidade de recuperação do capital investido é, via de regra, considerada boa.

3.2. Alternativas de fiscalização e Regulação

A Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, veio estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico, baseada em princípios como: universalização do acesso aos serviços; realização dos serviços públicos de saneamento de forma adequada à saúde e à proteção do meio ambiente; segurança, qualidade e regularidade, entre outros.

Para atender às diretrizes e os princípios dispostos na Política Federal de saneamento Básico, assim como garantir a qualidade e continuidade dos serviços básicos de saneamento, a Lei prevê que o exercício da regulação tem como objetivos:

- Prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa de concorrência;

- Definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

- Garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;

- Estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;

De acordo com o art. 23 da citada lei, ficará a cargo da entidade reguladora a edição das normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços. As normas devem abordar aspectos como padrões e indicadores de qualidade de prestação do serviço; requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas; avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados, entre outros aspectos abordados neste artigo.

A Lei ainda prevê que os titulares dos serviços públicos de saneamento poderão delegar a regulação de seus serviços a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado. A forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas deverão ser explicitadas no ato da delegação das atividades de regulação.

Para a avaliação e acompanhamento dos serviços prestados, faz-se necessário a contínua coleta de dados e informações pela entidade reguladora, na forma das normas regulamentares e contratuais. Será dever das entidades prestadoras dos serviços de saneamento básico, assim como das empresas ou profissionais contratados para executá-los, fornecer os dados requeridos pela entidade ou agência reguladora.

O art. 27 assegura aos usuários dos serviços públicos de saneamento básico, na forma das normas legais regulamentares e contratuais:

- O amplo acesso às informações sobre o serviço prestado;

- Prévio conhecimento dos seus direitos e deveres e das penalidades a que podem estar sujeitos;

- Acesso ao manual de prestação de serviços e de atendimento ao usuário, elaborado pelo prestador e aprovado pela respectiva entidade de regulação;

- Acesso a relatório periódico sobre a qualidade da prestação dos serviços.

Em Minas Gerais, a ARSAE-MG é a primeira agência reguladora a integrar a estrutura institucional do Estado. Sua criação atendeu a disposições da Lei Federal nº 11.445/2007, especialmente art. 23, § 1º.

A Reguladora está organizada sob a forma de autarquia especial, regime que confere à entidade autonomia de decisão e de gestão administrativa, financeira, técnica e patrimonial. A Agência está vinculada ao sistema da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU). A ARSAE-MG seguiu o modelo e os parâmetros das agências reguladoras de nível federal, entre os quais o “regime jurídico de autarquia especial”, um importante instrumento do Estado regulador.

Cabe à ARSAE fiscalizar a execução do contrato e aplicar as sanções estipuladas pelo contrato, além daquelas (sansões) previstas na lei, em razão da sua inexecução parcial ou total.

A ARSAE poderá, sem prejuízo da aplicação das penalidades cabíveis e das responsabilidades incidentes, intervir na prestação dos serviços, a qualquer tempo, com objetivo de assegurar a regularidade e adequação dos serviços, bem como o fiel cumprimento das normas contratuais, regulamentares e legais pertinentes.

Esta intervenção só poderá ser executada após a devida autorização do município, e deverá ser declarada pela ARSAE por ato próprio, por meio do qual será designado o interventor, o prazo de duração, os objetivos e os limites da medida.

Em relação à receita tarifária, está a cargo da ARSAE autorizar as tarifas e homologar a tabela de preços para prestação dos serviços. A agência também deverá definir a estrutura tarifária, observando as diretrizes da Lei Nº 11.445/2007 e de seu regulamento e das normas que vierem a substituí-lo e da legislação correlata.

3.3. Especificidades do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos considerando o PMGIRS

3.3.1. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos

A seguir serão descritos os procedimentos corretos a serem implementados pelos geradores dos diversos tipos de resíduos produzidos no município, visando sua destinação correta no que concerne a questões operacionais, ambientais e de segurança.

3.3.1.1. Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

Quadro 52 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Estocagem

Regras de estocagem segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
O lodo de esgoto ou produto derivado só poderá ficar estocado na propriedade por no máximo 15 dias.
A declividade da área de estocagem não pode ser superior a 5%.
A distância mínima do local de estocagem a rios, poços, minas e cursos d'água, canais, lagos e residências deverá respeitar o conteúdo apresentado na sequência.
É proibida a estocagem diretamente sobre o solo de lodo de esgoto ou produto derivado contendo líquidos livres, cuja identificação deverá ser feita pela norma brasileira vigente.

Fonte: CONAMA (2006)

Quadro 53 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Transporte

Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
Para retirar lodos de esgoto ou produtos derivados de uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE ou Unidade de Gerenciamento de Lodo - UGL o motorista de caminhão deverá apresentar o Termo de Responsabilidade e o Formulário de Controle de Retirada.

Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA n° 375/06
O motorista deve estar cadastrado e com as credenciais da empresa geradora do lodo ou produto derivado.
Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.
A altura da carga não pode ultrapassar a altura da carroceria.
Os caminhões devem possuir algum tipo de sistema de comunicação para uso imediato em caso de ocorrência de sinistro (ocorrências inesperadas).
Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo de esgoto, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora do lodo de esgoto ou produto derivado.
Todos trabalhadores em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado deverão sempre utilizar luvas de proteção plásticas ou de couro. Também é requerido o uso de calçado adequado, sapatos ou botas de couro ou plástico, sendo proibido o uso de sandálias e outros calçados abertos.
Ao término dos serviços, lavar com água e sabão as luvas, os calçados e as mãos.
Deverá ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões da ETE ou UGL.

Fonte: CONAMA (2006)

Quadro 54 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Regras de Disposição Final

Regras de disposição final segundo a Resolução CONAMA n° 375 de 2006
O lodo de esgoto pode ser classificado como Classe A ou Classe B, segundo a concentração de agentes patogênicos.
Lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como Classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, com exceção de pastagens e cultivos de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível fique em contato com o solo.
A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como Classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação.
O lodo de esgoto, tanto Classe A quanto Classe B, deverá ser disposto respeitando as restrições previstas no art. 15 da Resolução CONAMA n° 375 de 2006.

Fonte: CONAMA (2006)

O art. 15 da Resolução CONAMA nº 375 de 2006 dispõe sobre restrições de disposição dos Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico são apresentadas, conforme segue abaixo:

Art. 15. Não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado:

I - em unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental -APA;

II - em Área de Preservação Permanente - APP;

III - em Áreas de Proteção aos Mananciais - APMs definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público, a critério do órgão ambiental competente;

IV - no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na Portaria DNPM no 231, de 1998;

V - num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;

VI - numa distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de

trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;

VII - em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:

a) 10% no caso de aplicação superficial sem incorporação;

b) 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;

c) 18% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos, e no caso de aplicação superficial sem incorporação em áreas para produção florestal;

d) 25% no caso de aplicação em covas;

VIII - em parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;

IX - em áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno; e

X - em áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

§ 1o O lodo de esgoto ou produto derivado poderão ser utilizados na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação previstos nesta Resolução, bem como restrições previstas no plano de manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

§ 2o No caso da identificação de qualquer efeito adverso decorrente da aplicação de lodos de esgoto ou produto derivado realizada em conformidade com esta Resolução, e com vistas a proteger a saúde humana e o ambiente, as autoridades competentes deverão estabelecer, imediatamente após a mencionada identificação, requisitos complementares aos padrões e critérios insertos nesta Resolução.

Quadro 55 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Legislação e Normas

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 380, de 31 de outubro de 2006. Retifica a Resolução CONAMA nº 375/06
Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Retificada pela Resolução CONAMA nº 380/06.
Normas Internacionais
Environmental Protection Agency - EPA 40 CFR Part 503: Norma para o uso ou disposição de lodo de esgoto.

Fonte: SHS (2015)

3.3.1.2. Resíduos dos Serviços de Transporte

Os resíduos de Serviços de Transporte são aqueles “originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira” segundo o art. 13 da Lei n° 12.305 de 2010.

Quadro 56 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Classificação

Classificação segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Grupo A: Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos
Enquadram-se neste grupo, dentre outros: sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de

Classificação segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte. Além disso, incluem-se, dentre outros, os objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes, vidros quebrados, etc., provenientes de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.
Grupo B: Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas
Enquadram-se neste grupo, dentre outros: drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados; resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados); e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
Grupo C: Rejeitos radioativos: enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.
Grupo D: Resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Fonte: CONAMA (1993)

Quadro 57 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Coleta e Transporte

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Os resíduos sólidos serão acondicionados adequadamente, atendendo às normas aplicáveis da ABNT e demais disposições legais vigentes.
Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A serão acondicionados em sacos plásticos com a simbologia de substância infectante.
Havendo, dentre os resíduos mencionados no parágrafo anterior, outros perfurantes ou cortantes estes serão acondicionados previamente em recipiente rígido, estanque, vedado e identificado pela simbologia de substância infectante.
O transporte dos resíduos sólidos gerados nos estabelecimentos (portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários) será feito em veículos apropriados, compatíveis com as características dos resíduos, atendendo às condicionantes de proteção ao meio ambiente e à saúde pública.
Caberá aos estabelecimentos o gerenciamento de seus resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública.
Estes estabelecimentos deverão ter um responsável técnico, devidamente registrado em conselho profissional, para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em decorrência de suas atividades.

Fonte: CONAMA (1993)

Quadro 58 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Tratamento e Disposição Final

Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
Recomenda-se a esterilização a vapor ou a incineração como tratamento dos resíduos sólidos pertencentes ao grupo A, ressalvadas as condições particulares de emprego e operação de cada tecnologia.
Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A não poderão ser dispostos no meio ambiente sem tratamento prévio que assegure: a eliminação das características de periculosidade do resíduo; a preservação dos recursos naturais; e o atendimento aos padrões de qualidade ambiental e de saúde pública.
Após tratamento, os resíduos sólidos pertencentes ao grupo A serão considerados “resíduos comuns” (grupo D), para fins de disposição final, porém os mesmos não poderão ser reciclados.
Aterros sanitários implantados e operados conforme normas técnicas vigentes deverão ter previstos em seus licenciamentos ambientais sistemas específicos que possibilitem a disposição de resíduos sólidos

Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
pertencentes ao grupo A.
Os resíduos sólidos classificados como grupo B deverão ser submetidos a tratamento e disposição final específicos, de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, segundo exigências do órgão ambiental competente.
Os resíduos sólidos classificados como grupo C ou rejeitos radioativos obedecerão às exigências definidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN
Os resíduos sólidos classificados como grupo D deverão ser coletados pelo órgão municipal de limpeza urbana e receberão tratamento e disposição final semelhante aos determinados para os resíduos domiciliares, desde que resguardadas as condições de proteção ao meio ambiente e à saúde pública.
Quando não assegurada a devida segregação dos resíduos sólidos, estes serão considerados, na sua totalidade, como pertencentes ao grupo A, salvo os resíduos sólidos pertencentes aos grupos B e C que, por suas peculiaridades, deverão ser sempre separados dos resíduos com outras qualificações.
Os resíduos comuns ou grupo D gerados nos estabelecimentos provenientes de áreas endêmicas definidas pelas autoridades de saúde pública competentes, serão considerados, com vistas ao manejo e tratamento, como pertencentes ao grupo A.
O tratamento e a disposição final dos resíduos gerados serão controlados e fiscalizados pelos órgãos de meio ambiente, de saúde pública e de vigilância sanitária competentes, de acordo com a legislação vigente.

Fonte: CONAMA (1993)

Quadro 59 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Regras de Licenciamento

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA n° 05 de 1993
A administração dos estabelecimentos, em operação ou a serem implantados, deverá apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a ser submetido à aprovação pelos órgãos de meio ambiente e de saúde, dentro de suas respectivas esferas de competência, de acordo com a legislação vigente.
Na elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, devem ser considerados princípios que conduzam à reciclagem, bem como a soluções integradas ou consorciadas, para os sistemas de tratamento e disposição final, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes.
A implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos fica condicionada ao licenciamento, pelo órgão ambiental competente em conformidade com as normas em vigor.

Fonte: CONAMA (1993)

Quadro 60 - Resíduos dos Serviços de Transporte – Legislação e Normas

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 05, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução CONAMA nº 358/05.
Resolução CONAMA nº 06, de 19 de setembro de 1991. Dispõe sobre tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 12235:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento

Principais resoluções nacionais
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.

Fonte: CONAMA (1993)

3.3.1.3. Resíduos dos Serviços de Saúde

Quadro 61 - Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação

Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005.
Grupo A1: Culturas e estoques de microrganismos, resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados, descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentos utilizados na transferência, inoculação ou mistura de culturas, resíduos de laboratórios de manipulação genética, resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido, bolsas de transfusões contendo sangue ou hemocomponentes rejeitados por contaminação ou por má conservação com prazo de validade vencido e aquelas oriundas de coleta incompleta, sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
Grupo A2: Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos ao processo de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres dos animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.
Grupo A3: Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 g ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.
Grupo A4: Kits de linhas arteriais, endovenosas de dialisadores, quando descartados, filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares, sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentar relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que seja epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons, resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre, peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica, carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.
Grupo A5: Órgãos, tecidos, fluídos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos, ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005.
Grupo B: Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos, imunomoduladores, antirretrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidoras de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria 344/98 e suas atualizações, resíduos de saneantes, desinfetante, resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes, efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores), efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
Grupo C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.
Grupo D: Papel de uso sanitário, fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis do vestuário, resto alimentar do paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venóclises, equipos de soro e outros similares não classificados como Grupo A1, sobras de alimentos e do preparo de alimentos, restos alimentares do refeitório, resíduos provenientes das áreas administrativas, resíduos de varrição, flores, podas e jardins, resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.
Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

Fonte: CONAMA (2004; 2005)

Quadro 62 - Resíduos de Serviço de Saúde – Símbolos de Identificação

Símbolos de identificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
Os resíduos do Grupo A, de risco infectante são identificados com o símbolo de substância INFECTANTE com desenho e contornos pretos em rótulo branco.
Os resíduos do Grupo B, de risco químico são identificados com o símbolo de RISCO com discriminação de substancia química e frases de risco.
O descarte de pilhas, baterias e acumuladores de carga contendo Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) e seus compostos, deve ser feito de acordo com a Resolução CONAMA nº. 257/1999.
Os resíduos do Grupo C, de risco radioativo são identificados pelo símbolo internacional de presença de IRRADIAÇÃO IONIZANTE (trifólio de cor magenta) em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescidos da expressão REJEITO RADIOATIVO.
Os resíduos do Grupo D, de risco comum são identificados com a relação de grupos, recipientes e cores estabelecida pela resolução CONAMA 275 de 2001, ou seja, cor azul para PAPÉIS, cor amarela para METAIS, cor verde para VIDROS, cor vermelha para PLÁSTICOS e cor marrom para RESIDUOS ORGÂNICOS.
Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante são identificados com o símbolo de substância INFECTANTE com desenho e contornos pretos em rótulo branco.
O transporte e armazenando dos resíduos deverão ser devidamente identificados com símbolos de identificação segundo especificações da NBR-7500.

Fonte: RDC (2004)

Quadro 63 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Acondicionamento

Acondicionamento dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
Os resíduos do Grupo A, de risco infectante são acondicionados em saco de cor branco leitoso.
Os resíduos do Grupo B, de risco químico são acondicionados em saco de cor laranja.
Os resíduos do Grupo C, de risco radioativo são acondicionados em saco de cor magenta.
Os resíduos do Grupo D, de risco comum são acondicionados em recipientes segundo a resolução CONAMA 275 de 2001, ou seja, cor azul para PAPÉIS, cor amarela para METAIS, cor verde para VIDROS, cor vermelha para PLÁSTICOS e cor marrom para RESIDUOS ORGÂNICOS.
Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante são acondicionados em caixa rígida específica.
O material utilizado para o acondicionamento dos resíduos deverá se resistente à ruptura e vazamento, impermeável, estando de acordo com a NBR 9191/2000 da ABNT.

Fonte: RDC (2004)

Quadro 64 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Coleta e Transporte

Regras de coleta e transporte dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004
A coleta pode ser entendida como interna ou externa. A coleta interna consiste no fechamento e recolhimento dos sacos e recipientes de resíduos, e no seu transporte até o local de armazenamento temporário ou armazenamento externo, onde deverão estar alocados para a coleta externa.
A coleta externa consiste em apanhar os resíduos armazenados e transporta-los para o tratamento e disposição final adequados.
O transporte consiste na retirada dos resíduos de serviço de saúde desde seu armazenamento externo até a central de tratamento ou disposição final. Os serviços de transporte devem devidamente regulamentados e fiscalizados pelo poder municipal ou estadual, independente do serviço de transporte ser privado ou público.
Os veículos utilizados para coleta e transporte externo dos resíduos de serviços de saúde devem atender às exigências legais e às normas da ABNT.
As características originais de acondicionamento devem ser mantidas, não se permitindo abertura, rompimento ou transferência do conteúdo de uma embalagem para outra durante o processo de coleta e transporte.

Fonte: RDC (2004)

Quadro 65 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de triagem e transbordo dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº358 de 2005
As estações para transferência de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciadas pelo órgão ambiental competente.
É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente.
O manuseio de resíduos de serviços de saúde está regulamentado pela norma NBR 12.809 da ABNT e compreende os cuidados que se deve ter para segregar os resíduos na fonte e para lidar com os resíduos perigosos.
Para o manuseio dos resíduos infectantes devem ser utilizados os seguintes equipamentos de proteção individual: avental plástico, luvas plásticas, bota de PVC ou sapato fechado, óculos, máscara.

Fonte: CONAMA (2005)

Quadro 66 - Resíduos de Serviço de Saúde – Métodos de Tratamento

Métodos de tratamento dos RSS: suas vantagens e desvantagens
O tratamento consiste em modificar as características físicas, químicas ou biológicas dos RSS com o objetivo de reduzir ou neutralizar seus respectivos riscos, permitindo destina-los para a disposição final dentro dos padrões e normas legais.
No Brasil, os principais tipos de tratamento para RSS são a autoclavagem, incineração e micro-ondas. A autoclavagem consiste em processo de descontaminação por vapor em condições alta temperatura e pressão. VANTAGENS: baixo custo de investimento e operação, adequado para pequenos estabelecimentos; Operação relativamente simples; Não emissão de poluentes na atmosfera. DESVANTAGENS: A eficiência da esterilização depende da correta operação; Algumas embalagens impedem a penetração do vapor, reduzindo a eficiência da esterilização; Não pode ser utilizada para resíduos anatômicos.
A incineração consiste na queima dos resíduos, utilizando gás natural, gás metano ou diesel para combustão inicial. VANTAGENS: Redução significativa de volume; Pode-se aproveitar o calor para gerar energia elétrica; Diminuição dos custos do transporte de escória aos aterros; Resíduo irreconhecível após tratamento. DESVANTAGENS: Custo elevado de investimento; Emissão de poluentes gasosos; Necessidade de tratamento dos gases emitidos; Necessidade de sistemas de monitoramento ambiental.
O processo de micro-ondas consiste na descontaminação pelo alto aquecimento das moléculas de água induzido por ressonância. VANTAGENS: Redução significativa de volume, de aproximadamente 80%; Resíduos irreconhecível e descaracterizado após tratamento; Operação simples; Ocupa pequena área; Não produz efluente líquido ou emissões gasosas. DESVANTAGENS: Impedimento de operação no cone de recepção, quando da entrada de objetos rígidos no triturador; O triturador aceita somente pequenas peças de metal.

Quadro 67 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Tratamento e Disposição Final

Regras de tratamento e disposição final dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
Os resíduos do Grupo A1 devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de RSS.
Os resíduos do Grupo A2 devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de RSS ou para o sepultamento em cemitério de animais.
Os resíduos do Grupo A3 quando não houver requisição pelo paciente ou familiares e/ou não tenham mais valor científico ou legal, devem ser encaminhados para sepultamento em cemitério, desde que haja autorização do órgão competente do Município, do Estado ou do Distrito Federal ou tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim.
Os resíduos do Grupo A4 podem ser encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de RSS.
Os resíduos do Grupo A5 devem ser submetidos a tratamento específico orientado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA.
Os resíduos do Grupo B com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. Aqueles sem características de periculosidade, não necessitam de tratamento prévio.
Os resíduos do Grupo C ou rejeitos radioativos são os RSS que contêm radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 - Licenciamento de Instalações Radiativas e sua reutilização é imprópria ou não prevista. Estes resíduos devem obedecer às exigências definidas pela CNEN.
Os resíduos do Grupo D quando não forem passíveis de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem atender as normas legais de higienização e descontaminação e a Resolução CONAMA nº 275 de 2001, devendo ser encaminhados para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos,

Regras de tratamento e disposição final dos RSS segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente.
Os resíduos do Grupo E devem ter tratamento específico de acordo com a contaminação química, biológica ou radiológica. Os resíduos devem ser apresentados para coleta acondicionados em coletores estanques, rígidos e hígidos, resistentes à ruptura, à punctura, ao corte ou à escarificação.

Fonte: CONAMA (2005)

Quadro 68 - Resíduos de Serviço de Saúde – Regras de Licenciamento

Regras de Licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005
Os sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciados pelo órgão ambiental competente para fins de funcionamento e submetidos a monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no licenciamento ambiental.
Os geradores de RSS em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde-PGRSS, de acordo com a legislação vigente, especialmente as normas da vigilância sanitária.
O órgão ambiental competente, no âmbito do licenciamento, fixará prazos para regularização dos serviços em funcionamento, devendo ser apresentado o PGRSS devidamente implantado. O órgão ambiental competente pode solicitar informações adicionais ao PGRSS, sempre que necessário.
Na elaboração do PGRSS, devem ser considerados princípios que conduzam à minimização e às soluções integradas ou consorciadas, que visem o tratamento e a disposição final destes resíduos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes.
Em todo processo de manejo dos RSS, sendo as principais etapas: acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, deverá haver o devido licenciamento de todas as partes integrantes deste processo segundo as normas legais em âmbito Federal, Estadual e Municipal.

Fonte: CONAMA (2005)

Quadro 69 - Resíduos de Serviço de Saúde – Legislação e Normas.

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
Resolução ANVISA RDC nº 306 de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
NBR 9191/2000 da ABNT Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 12807:2013 Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT NBR 12808:1993 Resíduos de serviço de saúde - Classificação
ABNT NBR 12809:2013 Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12810:1993 - Coleta de resíduos de serviços de saúde - Procedimento
ABNT NBR 13853:1997 Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio

Principais resoluções nacionais
ABNT NBR 13842:2008 – Artigos têxteis hospitalares – Determinação de pureza (resíduos de incineração, corantes corretivos, substâncias gordurosas e de substâncias solúveis em água).
Resoluções SEMAD
Resolução SEMAD nº 1.300 de 06 de maio de 2011. Dispõe sobre a criação de Grupo Multidisciplinar de Trabalho para estabelecer critérios de avaliação de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) nos estabelecimentos geradores desses resíduos e estabelecer diretrizes de termo de referencia para elaboração e a apresentação do PGRSS no Estado de Minas Gerais.

Fonte: SHS (2015)

3.3.1.4. Resíduos de Mineração

Segundo a Lei n° 12.305 de 2010, resíduos de mineração são aqueles “gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios” (art.13).

Por englobarem diversas tipologias, esses resíduos apresentam poucas regras gerais, exigindo uma avaliação específica para cada caso. No entanto, os gerados de resíduos de mineração devem-se atentar as normas legais específicas ao seu tipo de resíduo.

Os resíduos de mineração deverão ser classificados de acordo com os procedimentos técnicos estabelecidos pelas normas da ABNT – NBR 10.004:2004, NBR 10.005:2004, NBR 10.006:2004, NBR 10.007:2004.

Quadro 70 - Resíduos de Mineração – Normas

Normas técnicas
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.
ABNT NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos
ABNT NBR 13028:2006 – Mineração – Elaboração e apresentação de projetos de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água.
ABNT NBR 13029:2006 – Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha.
ABNT NBR 13030:1999 – Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.

Fonte: SHS (2015)

3.3.1.5. Resíduos de Construção Civil

Quadro 71 - Resíduos de Construção Civil – Classificação.

Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como os resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos de terraplanagem; resíduos de

Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e resíduos 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 ou recuperação.
Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: CONAMA (2002)

Quadro 72 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem.
O transporte deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.

Fonte: CONAMA (2002)

Quadro 73 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Tratamento e Disposição.

Regras de tratamento e disposição dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002
Os resíduos Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.
Os resíduos Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Os resíduos Classe C devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Os resíduos Classe D devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Fonte: CONAMA (2002)

Quadro 74 - Resíduos de Construção Civil – Regras de Licenciamento.

Regras de licenciamento dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002 e o Decreto nº 20.954 de 2014
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.
Os PGRCC de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental deverão ser analisados dentro do processo de licenciamento, junto aos órgãos ambientais competentes.
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas: Caracterização; Triagem; Acondicionamento; Transporte e Destinação.
Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverão ser apresentados

juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Fonte: CONAMA (2002)

Quadro 75 - Resíduos de Construção Civil – Legislação e Normas.

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 448 de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 8º. 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 do CONAMA, alterando critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA nº 431 de 24 de maio de 2011. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA nº 307, de 17 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas resoluções CONAMA 348/04, 431/11 e 448/12.
Normas técnicas
ABNT NBR 15112:2004 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15113:2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos
ABNT NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos
Deliberações COPAM
Deliberação Normativa COPAM nº 117, de 27 de junho de 2008. Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelas atividades minerarias no Estado de Minas Gerais.

Fonte: SHS (2015)

3.3.1.6. Resíduos Agrossilvopastoris – Embalagens de agrotóxicos

Quadro 76 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Coleta e Transporte.

Regras de coleta e transporte segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
As embalagens vazias devem ser, temporariamente, armazenadas na propriedade.
As embalagens vazias devem ser transportadas e devolvidas com suas respectivas tampas, para a unidade de recebimento mais próxima (procurar orientação junto aos revendedores sobre os locais para a devolução das embalagens), no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.
Os comprovantes de entrega das embalagens e a nota fiscal de compra do produto deverão ser mantidos pelo poder dos usuários.
Os veículos (unidades volantes) destinados à coleta regular de embalagens vazias de agrotóxicos e afins para posterior entrega em posto, central ou local de destinação final ambientalmente adequada estão sujeitos à legislação específica para o transporte de cargas perigosas.

Fonte: CONAMA (2003)

Quadro 77 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de triagem e transbordo segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Os critérios de adequação de estabelecimento comercial para as operações de recebimento e armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos e afins serão definidos pelo órgão ambiental competente
Os postos e centrais não poderão receber embalagens com restos de produtos, produtos em desuso, ou impróprios para comercialização e utilização.

Fonte: CONAMA (2003)

Quadro 78 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Tratamento e Disposição.

Regras de tratamento e disposição final segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Cabe às empresas instaladas ou que venham a se instalarem no território municipal, a responsabilidade pela construção e gerenciamento de unidades de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas.
Para encerrar as atividades, o empreendedor deve, previamente, requerer Autorização de Desativação, juntando Plano de Encerramento da Atividade, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas.
Não podem ser instalados galpões em áreas de mananciais.

Fonte: CONAMA (2003)

Quadro 79 - Resíduos Agrossilvopastoris – Regras de Licenciamento.

Regras de licenciamento segundo a Resolução CONAMA nº 334 de 2003
Posto é considerado a unidade que se destina ao recebimento, controle e armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos e afins, até que as mesmas sejam transferidas à central, ou diretamente à destinação final ambientalmente adequada. Central possui a mesma definição de posto, com o acréscimo da redução de volume, conforme o Art. 2° da CONAMA nº 334/03.
A localização, construção, instalação, modificação e operação de posto e central de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e afins dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.
O órgão ambiental competente exigirá para o licenciamento ambiental de posto e central, no mínimo, os itens relacionados no Art. 5° da CONAMA nº 334/03, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas.

Fonte: CONAMA (2003)

Quadro 80 - Resíduos Agrossilvopastoris – Legislação e Normas.

Leis e decretos federais
Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.
Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.082, de 11 de julho de 1989.
Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Alterada pela Lei nº 9.974, de 06.06.00.
Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 334, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 13227:2006 – Agrotóxicos e afins - Determinação de resíduo não volátil.
ABNT NBR 13230:2008 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia.
ABNT NBR 13968:1997 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem
NBR 14719:2001 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico - destinação final da embalagem lavada - Procedimento
NBR 14935:2003 - Embalagem vazia de agrotóxico - Destinação final de embalagem não lavada – Procedimento.

Fonte: SHS (2015)

O Art. 5º da Resolução CONAMA nº 334 de 2003 dispõem os itens mínimos para o licenciamento de posto e central de resíduos agrossilvopastoris, conforme segue abaixo:

Art. 5° O órgão ambiental competente exigirá para o licenciamento ambiental de posto e central, no mínimo, os itens relacionados abaixo, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas:

I - projeto básico que deverá seguir, no mínimo, as especificações de construção que constam do anexo II, destacando o sistema de drenagem;

II - declaração da Prefeitura Municipal ou do Governo do Distrito Federal, de que o local e o tipo de empreendimento estão de acordo com o Plano Diretor ou similar;

III - croqui de localização dos postos e centrais, locando o mesmo dentro da bacia hidrográfica, ou sub-bacia, com rede de drenagem, áreas de preservação permanente, edificações, vegetação, em um raio mínimo de quinhentos metros;

IV - termo de compromisso firmado pela empresa registrante de agrotóxicos e afins, ou por sua entidade representativa, garantindo o recolhimento, transporte e destinação final das embalagens vazias recebidas, com previsão de multa diária, conforme legislação pertinente;

V - identificação de possíveis riscos de contaminação e medidas de controle associadas;

VI - programa de treinamento dos funcionários;

VII - programa de monitoramento toxicológico dos funcionários, com exames médicos periódicos, com pesquisa de agrotóxicos no sangue;

VIII - programa de monitoramento de solo e da água nas áreas de postos e centrais de recebimento;

IX - programa de comunicação social interno e externo alertando sobre os riscos ao meio ambiente e a saúde;

X - sistema de controle de recebimento e de destinação de embalagens vazias; e

XI - responsável técnico pelo funcionamento dos postos e centrais de recebimento.

3.3.1.7. Resíduos Industriais

Conhecidos como lixo industrial, os resíduos industriais (RI), segundo a Lei n° 12.305 de 2010, são aqueles “gerados nos processos produtivos e instalações industriais” (art.13).

Por suas variadas características, os RI necessitam de avaliação específica quanto a sua classificação e tratamento. Pelo uso das normas da ABNT de classificação de resíduos, os RI podem ser considerados como resíduos perigosos (Classe I), não perigosos e não inertes (Classe II - A) e como não perigosos e inertes (Classe II-B), sendo que este último ocorre apenas em alguns casos.

Quadro 81 - Resíduos Industriais – Regras de Licenciamento e Obrigações Legais.

Regras de Licenciamento e Obrigações Legais segundo a Resolução CONAMA nº 313 de 2002.
Os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.
As indústrias deverão indicar as informações que considerarem sigilosas.
As concessionárias de energia elétrica e empresas que possuam materiais e equipamentos contendo Bifenilas Policloradas - PCBs deverão apresentar ao órgão estadual de meio ambiente o inventário desses estoques, na forma e prazo a serem definidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.
Vale ressaltar que as pessoas físicas ou jurídicas que utilizam ou tenham sob sua guarda transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos contendo PCBs, bem como óleos ou outros materiais contaminados por PCBs, ficam obrigadas a providenciar a sua eliminação progressiva até 2020, de acordo com a Lei Estadual nº 12.288 de 2006.
As indústrias devem registrar mensalmente e manter na unidade industrial os dados de geração e destinação dos resíduos gerados para efeito de obtenção dos dados para o Inventário Nacional dos Resíduos Industriais.

Fonte: CONAMA (2002)

Quadro 82 - Resíduos Industriais – Legislação e Normas.

Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 313, de 22 de novembro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 8418:1984 - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos- Procedimento
ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação.
ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.

ABNT NBR 16725:2011 – Resíduo químico — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem.
Deliberações COPAM
Deliberação Normativa COPAM nº 136, de 22 de maio de 2009. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº. 90, de 15 de setembro de 2005, que dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Minas Gerais.

Fonte: SHS (2015)

3.3.1.8. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestação de Serviço

Os resíduos de estabelecimento comerciais e prestação de serviço são aqueles gerados por supermercados, estabelecimento bancários, lojas, bares, restaurantes, entre outros. Sua composição compreende grande quantidade de material reciclável (papel, plástico, embalagens diversas), resíduos de higiene, tais como papel-toalha, papel higiênico e resíduos orgânicos (restos de alimentos).

Além disso, podem ser encontrados resíduos de significativo impacto ambiental, como pilhas e baterias, pneus inservíveis, óleos comestíveis e óleos lubrificantes usados.

Estes resíduos não são equiparados aos resíduos domiciliares, pois podem conter características de periculosidade, composição e volume, que os tornam sujeitos a elaboração ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

As regras a seguir são listadas para os estabelecimentos comerciais e prestador de serviço que geram resíduos perigosos ou resíduos que por sua natureza, composição ou volume, não podem ser considerados como resíduos domiciliares.

Quadro 83 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes.

Regras sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis e embalagens de agrotóxicos, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes (Resoluções CONAMA n° 362/05, n°401/08, n° 416/09)
Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos.
Os produtores e importadores são obrigados a coletar todo óleo disponível ou garantir o custeio de toda a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado conforme metas progressivas intermediárias e finais a serem estabelecidas pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia em ato normativo conjunto, mesmo que superado o percentual mínimo fixado.

Regras sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis e embalagens de agrotóxicos, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes (Resoluções CONAMA n° 362/05, n°401/08, n° 416/09)
Os estabelecimentos que comercializam as pilhas e baterias enquadradas no art. 1º da Resolução CONAMA n° 401 de 2008, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.
Os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), são obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.
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.
As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes.
A empresa que fabrica, importa ou comercializa produtos tecnológicos eletrônicos (componentes periféricos de computadores; monitores e televisores; acumuladores de energia ou baterias e pilhas; produtos magnetizados) tem responsabilidade de manter pontos de coleta para receber lixo eletrônico a ser descartado pelo consumidor.

Fonte: CONAMA (2005; 2008; 2009)

Quadro 84 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Coleta e Transporte

Regras de coleta e transporte
O acondicionamento de resíduos perigosos, como forma temporária de espera para reciclagem, recuperação, tratamento e/ou disposição final, pode ser realizado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel.
Nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende a sua caracterização como perigoso ou não e o seu armazenamento adequado.
Um local de armazenamento deve possuir um plano de amostragem de resíduos que tenha: os parâmetros que são analisados em cada resíduo, justificando-se cada um; os métodos de amostragem utilizados; os métodos de análise e ensaios a serem utilizados; a frequência de análise; as características de reatividade, inflamabilidade e corrosividade dos resíduos, bem como as propriedades que os caracterizam como tais; a incompatibilidade com outros resíduos.

Quadro 85 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Regras de Triagem e Transbordo.

Regras de Triagem e Transbordo
Resíduos ou substâncias que, ao se misturarem, provocam efeitos indesejáveis, como fogo, liberação de gases tóxicos ou ainda facilitam a lixiviação de substâncias tóxicas, não devem ser colocados em contato.

Quadro 86 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais – Legislação e Normas

Leis e decretos federais
Lei nº 9.974 de 2000 Altera a Lei no 7.802 de 1989.
Lei nº 7.802 de 1989 dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Principais resoluções nacionais
Resolução CONAMA nº 424, de 23 de abril de 2010. Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução CONAMA nº 401/08.
Resolução CONAMA nº 416, de 01 de outubro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Revoga as resoluções nº 258/99 e nº 301/02.
Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Revoga a Resolução CONAMA nº 257/99 e foi alterada pela Resolução nº 424/10.
Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Normas técnicas
ABNT NBR 7500:2013 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.
NBR 7501:2011 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7503:2013 - Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento.
ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação
ABNT NBR 10157:1987 – Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento
ABNT NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos
ABNT NBR 14619:2009 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Incompatibilidade química
ABNT NBR 16156:2013 – Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa.

Fonte: SHS (2015)

3.3.2. Formas e limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa

A logística reversa e a coleta seletiva são dois procedimentos regulamentados pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos que, de maneira geral tem como objetivo aperfeiçoar o sistema de manejo, armazenamento, coleta e destinação final dos resíduos, visando prevenir impactos ambientais, basicamente aqueles causados pela destinação resíduos impróprios para o aterramento aos aterros sanitários e recuperar o valor agregado desses. Vale ressaltar que estas ferramentas possuem, além da possibilidade de reduzir e reciclar resíduos, um caráter de educação ambiental

contínuo, uma vez que a responsabilidade de manejo dos resíduos passíveis de coleta seletiva e logística reversa é compartilhada com o cidadão.

Neste sentido, este item tem como escopo apresentar e discutir as possíveis maneiras de atuação do Poder Público Municipal, bem como sua responsabilidade e os limites de sua intervenção.

Para a operacionalização da logística reversa, a PNRS criou dois instrumentos: os Acordos Setoriais e os Termos de Compromisso, sendo que os primeiros são “atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (Art. 19, Decreto Federal n° 7.404/2010), sobre os quais são necessários consultas públicas, estudos de viabilidade, dentre outras providências.

Já o Termo de Compromisso não é definido em norma, porém é definido como uma possibilidade de atuação na inexistência de acordo setorial para o estabelecimento de compromissos mais rígidos, devendo ser homologados pelo órgão ambiental competente.

Os processos de controle e fiscalização têm como objetivo melhorar o manejo, armazenamento, coleta e destinação final dos resíduos, diminuindo conflitos.

Métodos de controle

Os métodos de controle que podem ser aplicados estão embasados na gestão compartilhada, a qual pode utilizar-se dos seguintes instrumentos:

- *Planilha de Controle Operacional*: é um instrumento utilizado para acompanhar a realização diária de serviços, possibilitando verificar a compatibilidade da mão-de-obra, equipamentos e materiais com os quantitativos dos serviços executados. Esta planilha deve ser elaborada pelos gestores institucionais e operacionais dos sistemas e procedimentos a serem controlados.
- *Planilha de Pesquisa de Satisfação e Qualidade / Indicadores de Satisfação e Qualidade*: as planilhas permitem aferir, junto à população, os indicadores de satisfação em relação à oferta dos serviços e de sua qualidade. Esta verificação poderá ser feita através de pesquisas mensais que serão transformadas em boletins estatísticos. Podem ser realizadas de forma alternada em todas as regiões do

município. Durante a execução da pesquisa será realizada a inspeção de campo para verificação da qualidade dos serviços prestados naquela região, evitando que a informação colhida com os moradores seja incompatível com a realidade. Esta planilha deve ser elaborada pelos gestores e ratificada pela sociedade. Deve ser submetida á revisão periodicamente.

Procedimentos de controle e fiscalização

A seguir estão apresentados alguns parâmetros que devem ser controlados e procedimentos que devem ser tomados pelos gestores do sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, em suas diversas etapas.

Para a coleta e transporte de resíduos domiciliares:

a) peso do resíduo sólido coletado por setor de coleta;
b) otimização dos trajetos e horários de coleta visando à minimização dos problemas de trânsito;
c) manutenção de registros quanto à quantidade de serviços extraordinários/emergenciais solicitados pela população;
d) estabelecimento de plano de manutenção preventiva e corretiva para os veículos e equipamentos, com aferição periódica de diversos parâmetros, tais como: vida útil de pneus e câmaras dos veículos utilizados nas coletas e em outros serviços inseridos no manejo de resíduos; manutenção de registros sobre as condições da frota utilizada (idade e estado geral); monitoramento da produtividade da frota coletora através da aferição da quilometragem produtiva e improdutiva e do consumo de combustíveis/lubrificantes, aferições sistemáticas quanto aos padrões de emissão de fumaça negra e de ruídos; etc.
e) controle periódico da condição de estanqueidade dos veículos quanto ao chorume armazenado nas bacias de carga;
f) estabelecimento de padrão de qualidade sobre as condições de trabalho dos empregados (higiene e segurança do trabalho); incluindo aspectos necessários à manutenção da segurança no transporte dos coletores (garis) no caminhão de coleta;
g) distribuição dos serviços de coleta regular nos setores predeterminados, por horários e frequências;

h) controle do absenteísmo e acidentes envolvendo trabalhadores que atuam na coleta regular e transporte de resíduos sólidos;

i) otimização dos trajetos e horários de coletas e transporte de resíduos visando à minimização dos problemas de trânsito;

j) estabelecimento de padrões de qualidade aos serviços prestados;

k) oferta de treinamentos e formas de ampliar a capacitação profissional do pessoal empregado na limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, incluindo, nessas ocasiões, pesquisas para levantar necessidades específicas da guarnição;

l) levantamento de pontos críticos ou locais frequentes de disposição inadequada de resíduos sólidos pela população.

Para a coleta seletiva, devem ser controlados e fiscalizados:

a) peso do material reciclável coletado por setor de coleta;

b) distribuição dos serviços de coleta seletiva nos diversos setores, por horários e frequências;

c) otimização do trajeto e horários de transferência visando à minimização dos problemas de trânsito;

d) manutenção de registros quanto ao absenteísmo e acidentes envolvendo trabalhadores que atuam na coleta seletiva e triagem de resíduos sólidos;

e) Cadastramento de grandes geradores através da aferição das coletas de resíduos volumosos;

f) Cadastramento de locais passíveis de instalarem Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).

g) estabelecimento de plano de manutenção preventiva e corretiva para os veículos, com aferição periódica de diversos parâmetros, tais como: vida útil de pneus e câmaras dos veículos utilizados nas coletas; manutenção de registros sobre as condições da frota utilizada (idade e estado geral); monitoramento da produtividade da frota coletora através da aferição da quilometragem produtiva e improdutiva e do consumo de combustíveis/lubrificantes, aferições sistemáticas quanto aos padrões de emissão de fumaça negra e de ruídos; etc.

h) Estabelecimento de procedimentos obrigatórios visando garantir condições de segurança no transporte dos coletores no caminhão de coleta;

i) Estabelecimento de padrões de qualidade dos serviços de coleta, triagem e processamento dos resíduos recicláveis;

j) Estabelecimento de padrões de qualidade para o trabalho dos empregados (higiene e segurança do trabalho) e modos de aferição se os mesmos estão sendo atendidos;

k) manter controle do pessoa empregado no manejo de resíduos sólidos recicláveis em relação à diversos parâmetros: quantidade de pessoal, capacitação profissional, absenteísmo; ocorrência de acidentes de trabalho , etc.

l) manutenção de registros sobre a quantidade de solicitação de serviços extraordinários/emergenciais, indicando a natureza dos resíduos envolvidos;

m) plano de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos utilizados no processamento de resíduos (esteiras, prensas, balanças, etc.)

n) Cadastramento dos pontos de retirada de resíduos depositados em contêineres;

o) manutenção de registros sobre todas as etapas de trabalho do centro ou galpão de triagem: quantidade de material reciclável processado no galpão de triagem (nº de fardos produzidos/vendidos por tipo de resíduo enfardado, quantidade de rejeitos produzida, cadastramento dos coletores, cadastramento dos compradores de resíduos recicláveis, manutenção de registros sobre preços atuais dos diversos tipos de resíduos recicláveis, registros de todas as vendas, etc.).

p) se houver associação de catadores ou cooperativa, manter registros de seus dos resultados operacionais e financeiros.

Para os resíduos de serviço de saúde, sujeitos ao PGRS:

a) Controlar as entregas de PGRS referente às Unidades de Saúde existentes no município, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental e outras orientações regulamentares.

b) Controlar as atividades de 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.

c) Fiscalizar se os funcionários da empresa terceirizada são capacitados e treinados para executar os serviços;
d) 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);
e) Exigir 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;
f) Solicitar informações documentadas referentes ao risco inerente do manejo e destinação final do produto ou do resíduo.

Para os resíduos de construção civil, sujeitos ao PGRS:

a) Controlar as entregas de PGRS referente aos resíduos de construção civil, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental e outras orientações regulamentares.
b) Controlar e fiscalizar os comprovantes de capacitação e treinamento dos funcionários das firmas prestadoras de serviço que pretendam atuar nos transporte, tratamento e destinação final destes resíduos.
c) Requerer das empresas prestadoras de serviços terceirizados a Licença Ambiental de coleta, transporte e destinação final dos resíduos.
d) Exigir que sejam mantidas cópias disponíveis do PGRS disponível em cada ponto ou estabelecimento de coleta para consulta sob solicitação da autoridade sanitária ou ambiental competente, dos empresários, funcionários e ao público em geral.
e) Exigir das empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para as operações de coleta, transporte ou destinação final dos resíduos de construção civil;
f) Exigir dos detentores de registro de produto que gere resíduos classificados como Classe I – Perigosos o fornecimento de informações documentadas referentes aos riscos de disposição final do produto ou do resíduo.

Para os resíduos especiais (sujeitos a Logística Reversa):

a) Considerando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, panejar e incentivar, via acordos setoriais e termos de compromisso entre o setor público e o setor empresarial, a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dessa tipologia de resíduos;
b) Planejar o cadastramento dos produtos passíveis de logística reversa.
c) Fiscalizar o processo e andamento das ações de Logística Reversa;
d) Planejar e incentivar, via acordos setoriais e termos de compromisso entre o setor público e o setor empresarial, a expansão do sistema de Logística Reversa a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados;
e) Fiscalizar se os comerciantes e distribuidores efetuam a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidas ou devolvidas, bem como se os fabricantes e os importadores encaminham à destinação final ambientalmente adequada os referidos materiais descartados e os rejeitos provenientes destes materiais;
f) Exigir que todos os participantes dos sistemas de logística reversa disponibilizem ao órgão municipal informações completas e periódicas sobre a realização das ações de Logística Reversa;
g) Articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
h) Incentivar o setor empresarial a contemplar os agentes ambientais (catadores de materiais recicláveis) na articulação da logística reversa.

3.3.2.1. Procedimentos operacionais, especificações mínimas e critérios para pontos de apoio a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos

Os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos compreendem as seguintes atividades relacionadas aos resíduos domésticos e aos resíduos originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas:

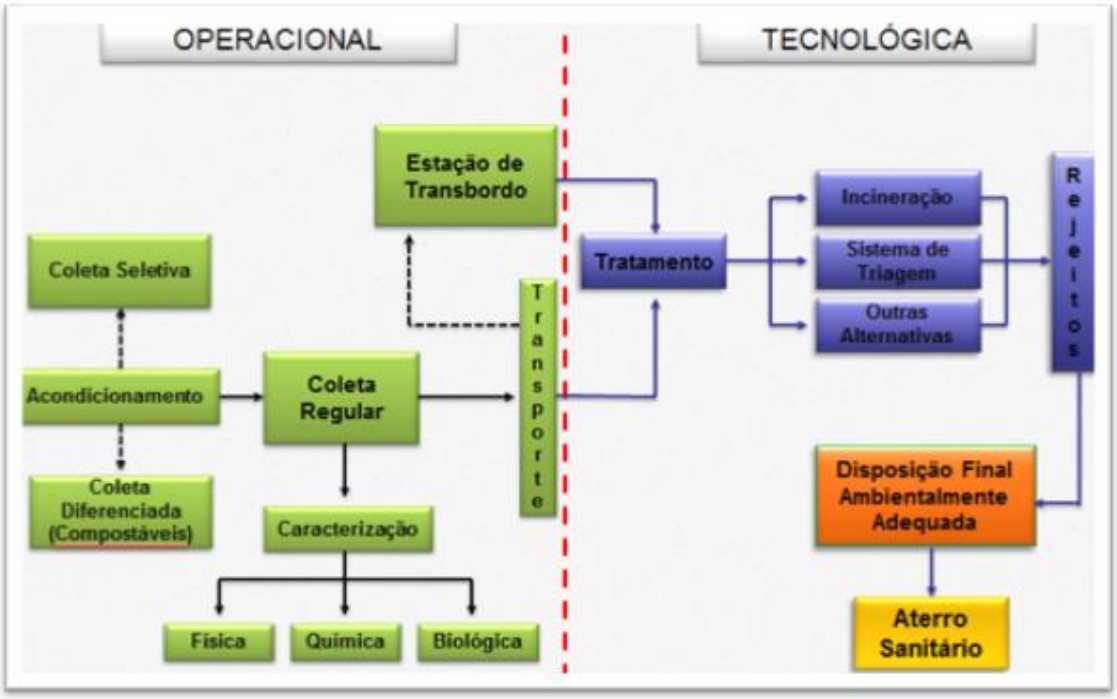
- Coleta;
- Transbordo/Transporte;
- Triagem para fins de reuso ou reciclagem;
- Tratamento, inclusive por compostagem;
- Disposição final;
- Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos;
- Outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Os procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos, podem ser realizados a partir do tipo de serviço, pela forma de prestação atual e sua avaliação (suficiente/insuficiente) e proposta de prestação futura que atenda às metas previstas no plano.

3.3.2.1.1. Coleta

A gestão adequada dos resíduos sólidos domiciliares segue as etapas apresentadas na Figura 14.

Figura 14 - Gestão dos Resíduos Domiciliares

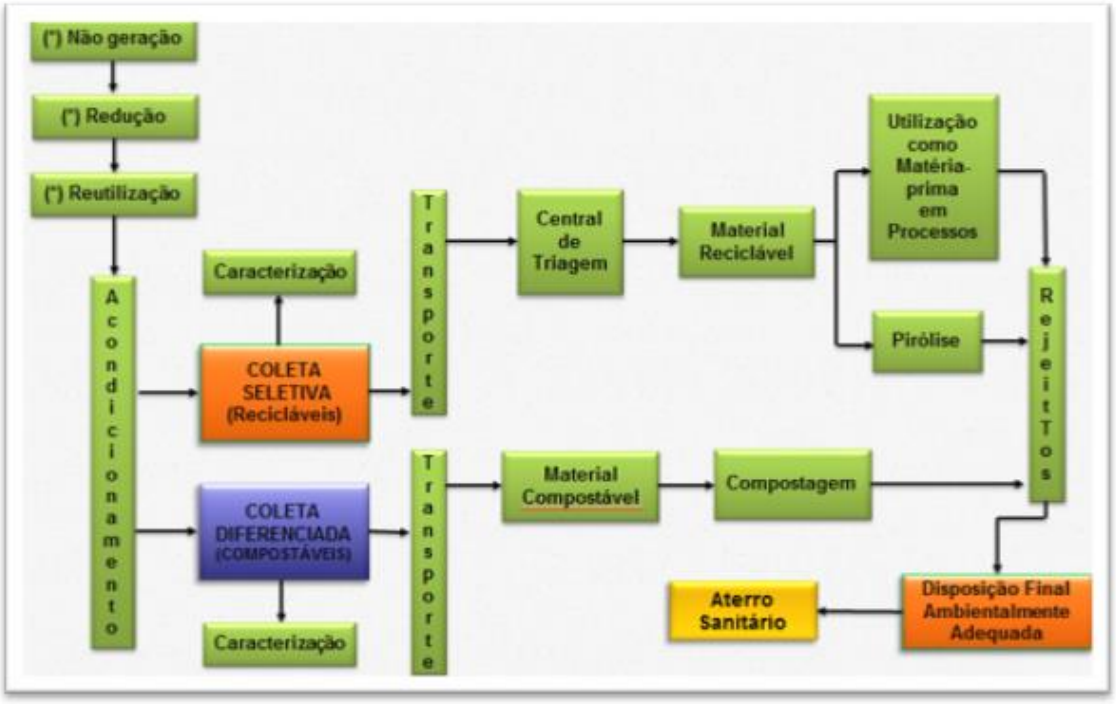


Fonte: Schalch (2002)

A Gestão dos Resíduos Urbanos não se resume a uma coleta eficiente e uma disposição correta dos resíduos sólidos. Engloba também o planejamento e a implementação de ações que visem a redução da geração de resíduos, o retardamento de sua disposição final através da reutilização e a reciclagem dos mesmos recuperando-os para usos diversos.

A seguir é apresentado um diagrama dos procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos (Figura 15).

Figura 15 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos



Fonte: Schalch (2002)

3.3.2.1.2. Coleta e Transporte

Por conta das características climáticas do país, o tempo entre a geração do resíduo domiciliar e sua disposição não deve ser maior que 1 (uma) semana, o que evita mau cheiro excessivo e proliferação de vetores. A frequência mínima recomendada para a coleta de resíduos domésticos orgânicos num para um país de clima quente é de três vezes por semana.

Para redução significativa dos custos e otimização da frota a coleta deve ser realizada em dois turnos.

O número de itinerários de coleta deve ser dividido pelos 4 (quatro) possíveis períodos dos turnos, obtendo-se o número de veículos que a frota deverá conter. Por exemplo: para 20 itinerários, estima-se 20/4 = 5 veículos de coleta. E deve ser incluída uma reserva de 10% da frota.

Os turnos podem ser de meio dia (12 horas) cada um, com uma carga de trabalho de 8 horas por turno. Isso permite que reparos e manutenção dos veículos sejam realizados nas demais horas do turno.

Recursos humanos

No Brasil, a tendência é adotar grupos de trabalho (guarnições) por veículo de coleta de 3 a 4 trabalhadores, sendo o mais indicado 3 trabalhadores na coleta e 1 motorista.

Para que a coleta seja equilibrada em quantidade de trabalho, cada guarnição deve ser alocada para roteiros que exijam um mesmo esforço físico. Áreas com muito lixo e pequena extensão se equivalem a áreas com pouco lixo e grande extensão, sendo considerado o seguinte conceito físico: Trabalho=Força x Deslocamento. É importante considerar as características físicas individuais dos componentes das guarnições, para que se busque um equilíbrio.

Veículos de coleta

O veículo para a coleta domiciliar, de acordo com o Manual GIRS, deve:

- ✓ Não permitir que lixo e/ou chorume sejam derramados nas vias públicas; ter uma taxa de compactação de no mínimo 3:1, sendo que o volume dos resíduos será reduzido a um terço (1/3) após a compactação;
- ✓ Deverá apresentar uma altura máxima de 1,20 m do solo ao patamar de carregamento do veículo;
- ✓ Permitir que dois recipientes sejam esvaziados simultaneamente, sem atraso na coleta;
- ✓ Preferencialmente ter o local de carregamento na traseira do veículo;
- ✓ Ter local seguro e adequado para transporte dos trabalhadores;
- ✓ Conseguir descarregar em no máximo 3 minutos, no local de destino;
- ✓ Poder carregar no mínimo 1,5 m³ no vestíbulo (compartimento de carga);
- ✓ Ser manobrável e com tração suficiente para a topografia local;
- ✓ Permitir a descarga (basculamento) de contêineres de vários tipos;
- ✓ Não sobrecarregar o chassi do caminhão, distribuindo os resíduos uniformemente;
- ✓ Ter capacidade suficiente para menor número de viagens possível.

Para a escolha do tipo de veículo para a coleta é necessário que se analise o custo benefício das opções, através do maior número de características listadas acima e da adequação à realidade do município.

Algumas opções de viaturas são expostas a seguir:

- ✓ Baú ou “Prefeitura”: é um coletor sem compactação, com capacidade de caçamba entre 4 e 12 m³. O chassi pode transportar de 7 a 12 toneladas de peso bruto total (PBT), que é calculado pela soma dos pesos do chassi, da caçamba e da carga. A caçamba é basculada hidraulicamente para vazar a carga de resíduos. Apesar de demandar menor investimento, exige maior esforço dos trabalhadores para que os recipientes sejam erguidos a mais de 2 metros de altura da caçamba.
- ✓ Coletores compactadores: é um modelo de compactador que pode suportar um volume de 6,10, 12, 15 ou 19 m³. O basculamento pode ser por dispositivo hidráulico e ser independente dos contêineres plásticos padronizados, sendo que o chassi pode admitir uma carga de 9, 12, 14, 16 e 23 toneladas. São indicados para a coleta domiciliar e podem transitar por terrenos irregulares.
- ✓ Poli guindastes duplos para caixas estacionárias de 5 m³: possui grande capacidade de transporte, levando duas caixas estacionárias cheias ou, se necessário, várias caixas compactadoras de 10 a 30 m³ de lixo solto.

Roteiros

O planejamento de roteiros deve ser progressivo. A coleta deve ter início na área mais distante do local de disposição e deve ir se aproximando dela ao longo do dia, o que diminui as distâncias percorridas e o tempo despendido.

Os responsáveis pelo Sistema de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos devem prever roteiros que propiciem curtos períodos de descanso aos trabalhadores, considerando pelo menos 10 minutos a cada 150 minutos de trabalho, em locais apropriados para que os servidores possam tomar água, sentarem-se um pouco e fazerem uso de sanitários. Mensagens educativas devem ser colocadas nos pontos que servem de apoio à guarnição orientando-a para o uso cuidadoso dos

equipamentos disponibilizados para o conforto de cada um e de todos os colaboradores que estão em serviço.

Para dimensionar os roteiros da coleta regular é preciso ter conhecimento das quantidades de resíduos produzidas por tipo de gerador (domicílios, estabelecimentos públicos e pequenos comércios, etc.). A obtenção desses números se dá pelo levantamento dos geradores em bairros de classe econômica alta, média e baixa. A partir dos dados de projeção populacional calcula-se a quantidade média de resíduos gerada por 1 (um) habitante por dia.

O índice médio de geração *per capita* diária pode variar entre 0,35 kg e 1,00 kg. Se o índice para o município for de 0,80 kg e a população de 60 mil habitantes, a quantidade de lixo a ser recolhida em um dia de coleta será: 60.000 hab. x 0,80 kg/hab./dia = 48.000 kg/dia. Esse dado também deve ser considerado na definição do número de veículos da coleta regular. A determinação pode ser feita juntamente à caracterização física dos resíduos.

O traçado de roteiro deve atender a condições como: sentido do tráfego, evitar manobras à esquerda em vias de sentido duplo, evitar passar duas vezes por um mesmo trecho, evitar áreas improdutivas. Um método muito utilizado para definição de itinerários é conhecido como “heurístico”, que inclui as condições de tráfego e de topografia.

Transbordo

Por conta da instalação de aterros sanitários em áreas distantes dos centros de coleta, alguns municípios optam pela implantação de estações intermediárias, chamadas de estações de transferência ou transbordo. Elas são construídas quando a distância entre o centro de coleta e o aterro (destino final) é maior que 25 km, ou então, em casos de tráfego rodoviário muito intenso, visando otimizar o processo de coleta.

Para implantar uma estação de transferência devem ser identificados, por meio de estudo de viabilidade, os benefícios econômicos e de qualidade para o sistema.

Essas centrais podem ser: com transbordo direto, com armazenamento, com compactação e sem compactação.

3.3.2.1.3. Pontos de entrega voluntária (PEV)

A fim de viabilizar e incentivar a participação da população na coleta seletiva pode ser instalado pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis. Duas sugestões do Manual GIRS (IBAM, 2001) para a viabilização da instalação dos pontos são: parcerias com empresas, através de disponibilização publicitária nos pontos e parcerias com indústrias recicladoras que custeariam toda a implantação de PEVs.

De acordo com o guia de implantação da coleta seletiva para prefeituras (SMA, 2014), os PEVs normalmente são formados por conjuntos de recipientes plásticos ou metálicos, como latões de 200 litros e contêineres, ou de alvenaria, formando pequenas caixas ou baias, onde os materiais são depositados. Esses recipientes são identificados por cores, seguindo as normas internacionais, e devem ser protegidos das chuvas e demais intempéries por uma pequena cobertura. Os PEVs, preferencialmente, devem ser instalados em lugares protegidos, de fácil acesso e visualização, frequentados por grande número de pessoas, como postos de gasolina, escolas, hospitais, supermercados, terminais de transporte coletivo, conjuntos habitacionais e outros. Estes locais podem ser aproveitados ou adaptados para abrigar bancos para descanso, armários, bebedouros e outros equipamentos urbanos com a finalidade de dar apoio à guarnição envolvida com a coleta e transporte de resíduos sólidos.

Para facilitar à população o relacionamento dos contêineres com seu conteúdo, uma boa opção tem sido a utilização de recipientes construídos com telas metálicas que possibilitam a visualização de seu conteúdo, além de inibir a deposição equivocada dos resíduos.

O PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (2013) destaca a importância da participação o Poder Público no contexto da coleta seletiva do município, por meio dos gestores municipais, pela instituição de programas e ações de capacitação técnica e de educação ambiental. Aponta, também, que esse processo deve garantir a participação dos grupos interessados, em especial, das cooperativas e demais associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, visando ao aprendizado de mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda. Tal guia ainda ressalta que:

"(...) A avaliação periódica também permitirá o acompanhamento da execução do plano. Por meio de indicadores apresentados a cada revisão, será possível tomar ações corretivas, e até preventivas, quando necessário. Finalmente, com a valorização dos resíduos sólidos, espera-se que surjam novos negócios, postos de trabalho e tecnologias (…)".

3.3.2.1.4. Usina de reciclagem de resíduos

- ✓ Ao menos três tipos de materiais recicláveis devem possuir mercado consumidor
- ✓ O serviço de coleta deve ser razoavelmente eficaz e regular;
- ✓ Existência de área disponível e que abrigue a instalação industrial, a área de compostagem, o aterro para rejeitos e emergências com o lixo bruto;
- ✓ Recursos financeiros da Prefeitura ou privados;
- ✓ Embasamento tecnológico e funcionários capacitados para implantação, operação e manutenção da usina.
- ✓ Os seguintes procedimentos devem ser adotados:
- ✓ Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos recolhidos;
- ✓ Análise de mercado para venda dos produtos recuperados e do composto orgânico, bem como levantamento de quanto de cada material será produzido;
- ✓ Identificação de catadores, quais são os produtos e quantidades que eles produzem e como são vendidos;
- ✓ Selecionar a área de instalação, considerando que deve suportar todas as instalações da usina, estar próxima aos centros consumidores, ser de fácil acesso e possuir infraestrutura para as instalações;
- ✓ Seleção da tecnologia mais adequada; quanto maior a mecanização e automatização maiores os investimentos necessários. No Brasil, é indicada a separação manual sempre que possível, a fim de gerar empregos;
- ✓ Análise dos custos de instalação e operação e do investimento necessário;
- ✓ Decisão de viabilidade econômica, a partir de: análise da produção estimada e dos preços dos produtos; dos custos com mão-de-obra, energia, combustível, transporte, equipamentos, manutenção; redução

dos custos com transporte de lixo bruto e com a operação de aterros, que receberão menos resíduos.

Em geral, os materiais recuperados são: papel e papelão; plástico duro (PVC, polietileno de alta densidade, PET); plástico filme (polietileno de baixa densidade); garrafas inteiras; vidro claro e misto, metal ferroso (latas, chaparia, etc.); metal não ferroso (alumínio, cobre, chumbo, antimônio, etc.); composto orgânico.

Disposição final em aterro sanitário

De acordo com o Manual GIRS, um aterro sanitário deve conter:

- ✓ Unidades operacionais;
- ✓ Células para resíduos domiciliares;
- ✓ Células para resíduos de serviço de saúde, caso seja necessário.
- ✓ Impermeabilização de fundo;
- ✓ Impermeabilização superior (opcional);
- ✓ Sistema de coleta e tratamento de chorume;
- ✓ Sistema de coleta e queima de biogás (Pode também ser beneficiado);
- ✓ Sistema para drenagem e afastamento de águas pluviais;
- ✓ Sistemas de monitoramento ambiental, geotécnico e topográfico;
- ✓ Local para estocagem de materiais;
- ✓ Unidades de apoio;
- ✓ Cerca e barreira vegetal;
- ✓ Vias de acesso e para serviços internos;
- ✓ Sistema de controle dos resíduos;
- ✓ Balança para os veículos;
- ✓ Prédio administrativo;
- ✓ Guarita para fiscalização de entrada;
- ✓ Oficina e borracharia.

3.3.2.2. Responsabilidades quanto à implementação e operacionalização do PMGIRS

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 12.305 de 2010) estabelece que “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da PNRS” e de suas diretrizes e demais determinações.

A Política institui, ainda, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, “abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos”.

Quadro 87 - Resumo das responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos

PROCEDIMENTOS	DETENTORES DA RESPONSABILIDADE
Gestão integrada de resíduos sólidos gerados no território municipal.	O Poder Público Municipal é o **Titular** dos serviços de gestão integrada de resíduos sólidos gerados no território municipal (podendo outorgar parcial ou integralmente a prestação de serviços através de diversas formas previstas por lei) Os prestadores passam a compartilhar com o Titular a responsabilidade pelas implicações sociais e ambientais dos serviços que prestam. (Art. 10 da Lei 11.305/10).
Ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos (incluindo ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos)	Poder público / Setor empresarial / Coletividade (Art. 25 da Lei 11.305/10).
Gestão dos resíduos domésticos, comerciais e institucionais (RSU), além dos resíduos de serviços de saúde (RSS) gerados em estabelecimentos públicos e resíduos da construção civil gerados em obras públicas	- Para RSU: Prefeitura municipal através de suas Secretarias ou Departamentos / /Prestadores de Serviços/Cooperativas - Para RSS: estabelecimentos públicos de saúde devem elaborar e submeter seus respectivos PGRS anualmente ao setor responsável pela gestão integrada do saneamento básico ou ao Conselho Municipal de Saneamento Básico/ Prefeitura encarrega-se do acondicionamento, coleta, transporte e destinação e/ou disposição final- Para RCC: os geradores, mesmo que forem públicos, devem atender aos dispositivos da Resolução CONAMA 307/02.
Resíduos da Construção Civil	- O Poder público municipal deve elaborar o “Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil” conforme exigência da Resolução CONAMA 307/02, a ser implementado em conjunto com os geradores de RCC. - O poder público municipal deve fazer o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento de RCC.

PROCEDIMENTOS	DETENTORES DA RESPONSABILIDADE
Gerenciamento de: - **Resíduos dos serviços públicos de Saneamento Básico** - **Resíduos industriais** - **Resíduos de serviços de saúde** - **Resíduos de mineração** - **Resíduos perigosos** - **Resíduos que não sejam compatíveis com as coletas sob responsabilidade do poder público municipal (por seu volume, natureza ou composição)** - **Resíduos da construção civil** - **Resíduos de serviços de transporte**	O Gerador privado deve: - Responsabilizar-se pela gestão de seus resíduos (acondicionamento, transporte, processamento ou tratamento e disposição final). - Elaborar o PGRS (com designação de um responsável técnico devidamente habilitado). - Apresentar aos órgãos licenciadores do SISNAMA o seu PGRS a cada oportunidade de renovação das licenças ambientais.
Geradores passíveis de elaborar PGRS	O poder público deve fiscalizar os geradores de resíduos passíveis de elaboração do PGRS quanto ao cumprimento de suas responsabilidades.
Resíduos definidos como de Logística Reversa / Estabelecimento de acordos setoriais para atribuição de responsabilidades	Poder público e Fabricantes, Importadores, Distribuidores ou Comerciantes.
Regulamentar procedimentos através da sanção de leis municipais	Poder público municipal (executivo + legislativo)
Acondicionamento adequado e diferenciado para resíduos recicláveis e rejeitos e disponibilização adequada para coleta ou devolução	Consumidor / gerador domiciliar

4. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS EM SANEAMENTO BÁSICO

A construção de cenários para o planejamento estratégico da política de saneamento básico dos municípios é realizada com um intuito principal: o de se obter uma ferramenta eficiente para que os processos de tomada de decisão considerem condições realísticas em relação aos ambientes institucional, administrativo, tecnológico, operacional e socioeconômico que permeiam o município no momento atual e que poderiam influenciá-lo no futuro.

A formulação dos cenários possibilita, ainda, a integração das ações de diferentes agentes e instituições envolvidas no processo, o que facilitará o atendimento de demandas financeiras, ambientais, sociais e tecnológicas.

A adoção de cenários serve também ao delineamento de percepções sobre como poderia se dar a evolução de uma situação presente até uma situação futura, o

que permite levantar a possibilidade de crises assim como apontar as principais oportunidades a um desenvolvimento mais consensual dos fatores avaliados. Os cenários subsidiarão assim, a configuração de um planejamento mais realista para a constituição de um sistema de saneamento básico que caminhe em direção à sustentabilidade em suas diferentes esferas – social, ambiental e econômica.

Para evitar erros de interpretação esclarece-se que os cenários não devem ser vistos como previsões, mas como imagens alternativas do futuro, subsidiadas com parâmetros técnicos, avaliações de campo, estudos existentes, contribuições da comunidade e direcionamentos permeados pela legislação vigente.

O instrumento de planejamento estratégico que foi utilizado como referência principal para embasar a construção dos cenários futuros do saneamento básico de Pocrane é denominado “Análise SWOT”. Esta ferramenta é composta por elementos que, combinados, propiciam uma base teórica capaz de configurar cenários futuros temáticos.

A Análise SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou Análise FFOA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) é uma ferramenta utilizada para a configuração ou análise de um ambiente, concebida para subsidiar o planejamento estratégico de corporações ou empresas, mas, devido à sua simplicidade, passou a ser utilizada para qualquer tipo de configuração de cenários. Trata-se de um sistema que busca posicionar estrategicamente um setor (setor de saneamento básico) num ambiente social, institucional, administrativo e operacional (um município).

O método SWOT apresenta as seguintes definições:

- Forças: são as variáveis internas e controláveis que propiciam condições favoráveis aos setores de saneamento em relação ao seu ambiente. São características ou qualidades que podem colaborar positivamente no desempenho do setor.
- Fraquezas: são consideradas deficiências internas aos setores de saneamento que inibem a capacidade de desempenho dos mesmos. As fraquezas devem ser superadas para evitar a ineficiência do sistema.
- Oportunidades: são variáveis contextuais ou circunstâncias e características do ambiente externo que possam ter impacto sobre os

setores de saneamento de forma que proporcionem certa facilitação para a concretização dos objetivos estratégicos estabelecidos.

- Ameaças: são variáveis, circunstâncias ou características do ambiente externo que possam ter impactos negativos sobre o desenvolvimento das metas e objetivos estabelecidos.

As constatações efetuadas a partir da Análise SWOT possibilitam a elaboração de cenários alternativos, sugeridos pelo “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” do Governo Federal (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/Ministério da Saúde, 2006). O guia sugere, de uma maneira resumida, a adoção de dois cenários alternativos:

i. Um cenário a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro uma moderada influência dos vetores estratégicos, associados a algumas capacidades de modernização; e
ii. Um cenário a partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considerando para o futuro os principais vetores estratégicos, associados à uma mobilização ampla da capacidade de modernização.

Buarque (2003) interpreta os cenários alternativos propostos no “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” da seguinte forma:

- ✓ Um **cenário previsível** constituído a partir de diversos atores setoriais agindo isoladamente, sem considerar a implantação do plano de saneamento. Ainda assim este cenário apresenta avanços ao longo do tempo.
- ✓ Um **cenário normativo**, também constituído a partir de diversos atores setoriais, agindo, porém, de forma mais articulada devido ao embasamento dos setores ou eixos nas disposições do plano de saneamento básico, que funciona como instrumento indutor de ações planejadas e integradas.

Esta interpretação proposta por Buarque (2003) foi adotada no desenvolvimento dos cenários alternativos do PMSB de Pocrane. Neste sentido, a análise SWOT permite a avaliação das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças atuantes sobre o

sistema de saneamento básico de Pocrane, e por consequência, a proposição dos cenários previsível e normativo.

Os cenários foram construídos para um horizonte de 20 anos, levando-se em consideração a manutenção da situação institucional atual, considerando seus pontos positivos e negativos (Cenário Previsível) e uma situação mais sistematizada, considerando-se uma organização institucional articulada, baseada num contexto normativo que é possível de ocorrer, adotando-se as proposições apresentadas no presente Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (Cenário Normativo).

A partir da escolha do cenário normativo deve-se estabelecer objetivos e metas para alcançá-lo.

Primeiramente, destaca-se que objetivo e meta são conceitos diferentes. Objetivo é o propósito geral ou a descrição qualitativa daquilo que se pretende alcançar. Já meta é uma definição específica do que se pretende alcançar, sempre acompanhada de uma indicação do prazo que se necessita para fazê-lo. Traçado o objetivo específico, será necessário o estabelecimento de uma ou mais metas, abrangendo questões de natureza institucional, operacional, entre outras, todas bem definidas no que diz respeito às suas capacidades de atendimento e ao prazo que será necessário para promover o atendimento previsto.

O objetivo se atém à definição daquilo que é almejado, enquanto que a meta vem tornar o objetivo mais concreto na medida em que define para ele, no mínimo, dois parâmetros importantes, quais sejam: sua abrangência espacial e o tempo necessário para alcançá-lo.

Feitas estas considerações parte-se para a proposição de objetivos específicos a serem estabelecidos para o sistema municipal de saneamento básico. Reitera-se que todos os objetivos foram estabelecidos para serem alcançados no final do horizonte de planejamento, que neste é de 20 anos.

Dentro deste horizonte maior, os programas e metas deverão ser implantados em horizontes temporais distintos, quais sejam:

- Prazo de ações imediatas (3 anos – até 3 anos após aprovação do PMSB);
- Curto prazo (5 anos – 4º ao 8º ano);
- Médio prazo (4 anos – 9º ao 12º);

- Longo prazo (8 anos – 13º ao 20º ano).

A distribuição das metas ao longo do horizonte de plano tende a obedecer às condições de pré-requisição, isto é, a meta anterior deve ser alcançada para viabilizar o programa posterior, e à uma hierarquização de metas construídas pelos gestores e pela população.

A seguir são apresentados os cenários, objetivos e metas estabelecidos para o município, titular dos serviços, enquanto responsável pela gestão integrada dos quatro setores do saneamento básico e na sequência, os cenários, objetivos e metas específicos para cada setor também serão descritos.

4.1. Sistema geral

4.1.1. Proposição de cenários

O Quadro 88 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Pocrane, levando-se em conta seus quatro eixos: sistema de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário, sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais e sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Quadro 88 - Matriz para a análise SWOT do sistema de Saneamento Básico Municipal de Pocrane considerando os 4 eixos ou setores.

	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
Ambiente Interno	**1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico** - Há Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente	**1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico** **2. Sistema de Informações** **3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores** **4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos** **5. Controle e mobilização social**	**1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico** - Não há articulação os 4 eixos do Saneamento Básico **2. Sistema de Informações** - Faltam procedimentos sistemáticos para a coleta de dados nos 4 sistemas de saneamento básico. - Não há registros dos parâmetros necessários para alimentar os indicadores de eficiência operacionais e gerenciais dos serviços prestados **3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores** - Ausência de instrumentos legais ou normativos, no âmbito municipal, que definam as responsabilidades específicas dos setores. - Ausência de fiscalização para garantir o cumprimento de leis e normas - Existência de lixão não recuperado como passivo ambiental no município. **4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos** - Ausência de parâmetros para nortear o uso e a ocupação do solo que afeta a impermeabilização de terras dentro do perímetro urbano. **5. Controle e mobilização social:** - Não há canais de comunicação entre os usuários dos serviços de Saneamento Básico.
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES**		**AMEAÇAS**
	1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Existe um ambiente favorável para organização do perfil institucional dos serviços de saneamento básico no Brasil, através da instituição de diretrizes nacionais para o saneamento básico (11.445/07) e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (13.305/10). **4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos** - Proximidade com cursos d'água, o que facilita a captação superficial para fins de abastecimento humano. - Malha urbana se desenvolveu distante da área inundável do Rio José Pedro - Lei de uso e ocupação do solo rural.		**4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos** - Ainda ocorrem ocupações em áreas com processos erosivos acentuados no município.- Proximidade da malha urbana da área alagável do Rio São Mateus - APPs não conservadas **5. Controle e mobilização social** - A população está desmobilizada para assumir seu papel de formuladora de políticas públicas.

A partir da avaliação dos aspectos apresentados no Quadro 88, que indica os pontos positivos potencialmente atuantes na melhoria dos sistemas de saneamento básico municipal e os pontos negativos que podem atrasar ou impedir o estabelecimento de tais melhorias, pode-se traçar imagens alternativas do futuro ou, em outras palavras, construir cenários para o sistema de saneamento básico de Pocrane, conforme a metodologia mencionada anteriormente: o cenário previsível e o cenário normativo. Os cenários assim configurados estão apresentados no Quadro 89.

Quadro 89 - Cenários *Previsível* e *Normativo* configurados para o Sistema de Saneamento Básico de Pocrane

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Serviços de saneamento básico ainda não conseguem acompanhar a demanda, embora respondam melhor pela demanda urbana que à rural.	Serviços de saneamento básico acompanham a demanda urbana e apresentam evolução no acompanhamento da demanda rural.
Apesar da existência da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente, não há articulação efetiva dos 4 eixos do Saneamento Básico	Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente articula e acompanha a gestão dos 4 eixos do Saneamento Básico, garantindo procedimentos sistemáticos para a coleta de dados
O saneamento básico municipal evoluiu em questões operacionais e gerenciais, mas ainda precisa de uma reestruturação institucional para definir atribuições, competências e responsabilidades.	O saneamento básico municipal apresenta uma estrutura institucional que define atribuições, competências e responsabilidades capazes de suprir suas demandas operacionais e gerenciais baseadas na Política Municipal de Saneamento Básico.
Os serviços de saneamento básico não atendem aos requisitos apontados pela legislação ambiental em sua totalidade. Por exemplo, ausência de outorgas e existência de lixões.	Os serviços de saneamento básico atendem aos requisitos apontados pela legislação ambiental mesmo sem ter sido alertado pela agência reguladora.
Não há Sistema de Informações para coleta e sistematização dos dados para manter históricos, otimizar o planejamento e informar a população.	A coleta de dados é sistematizada conforme procedimentos que têm a finalidade de manter o dado para análises históricas visando subsidiar processos de tomada de decisões. Os dados coletados são periodicamente disponibilizados à população.
Programas de educação ambiental realizados de forma desvinculada entre os quatro setores do saneamento, de forma descontínua e não planejada.	Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e integrando os quatro setores do saneamento.

A construção dos cenários futuros para o setor de Saneamento Básico possibilitou à equipe conhecer, com certo nível de abstração, possíveis situações a serem vivenciadas pelo município, sendo que o Cenário Normativo foi utilizado como

referência para o estabelecimento dos objetivos e metas e a proposição de programas e ações no presente Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Os objetivos e metas apresentados neste PMSB foram propostos com base nos diagnósticos e no cenário de referência escolhido pela equipe técnica como o mais eficiente para conduzir os atores da política de saneamento ao sistema desejado.

À semelhança de outros planos e políticas públicas o presente plano municipal de saneamento básico não é estático, devendo, sempre que necessário, sofrer alterações e adaptações, o que o torna um instrumento forte, norteador, porém flexível, capaz de acompanhar as reais demandas municipais para o fornecimento democrático dos serviços de saneamento.

São premissas básicas assumidas por este Plano Municipal de Saneamento Básico buscar, dentro do horizonte de planejamento predeterminado, os objetivos da universalização do acesso ao saneamento básico de toda a população do território municipal; a articulação com as políticas de desenvolvimento que tenham como foco o combate à pobreza; o uso sustentável dos recursos hídricos; a proteção do meio ambiente; a promoção da saúde e o bem-estar da população, já adotados na configuração do cenário de referência - cenário normativo.

Além disso, é objetivo do PMSB assegurar uma gestão racional da demanda por saneamento básico no município como um todo (urbano e rural) em função da garantia de sustentabilidade econômico-financeira considerada viável, inclusive mediante a remuneração pela cobrança dos serviços.

Para se alcançar tal patamar de funcionalidade, faz-se necessário implementar um arranjo institucional tal que sejam estabelecidos instrumentos eficazes para a gestão administrativa, operacional, financeira, de regulação e de planejamento estratégico para cada um dos setores de serviços do Saneamento Básico Municipal.

4.1.2. Objetivos e metas

Os objetivos e metas propostos para o município como gestor principal do sistema de saneamento básico, com base no diagnóstico de Pocrane e no cenário normativo estabelecido, são descritos a seguir.

Objetivo 1. **A administração municipal deve estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os 4 setores do saneamento básico municipal de forma sistemática e transparente.**

Objetivo 2. **Os quatro eixos do saneamento básico municipal devem responder a uma entidade reguladora, cujas atribuições são definidas pela lei 11.445/07 e o decreto que a regulamenta.**

Objetivo 3. **Integrar a gestão financeira, operacional e administrativa dos quatro segmentos do saneamento básico, sob a responsabilidade do poder público, e articular a atuação dos atores envolvidos.**

Objetivo 4. **Os quatro eixos do saneamento básico devem apresentar conformidade com a legislação ambiental vigente.**

Objetivo 5. **O saneamento básico municipal deve ser constituído com mecanismos que lhe confiram transparência e possibilitem a participação da população em instâncias de planejamento e de implementação.**

Objetivo 6. **Implementar um Programa de Educação em Saneamento Básico no ensino público municipal.**

Na Tabela 10 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto de forma sistematizada, além dos prazos de cada meta.

Tabela 10 - Objetivos e Metas

Objetivo	Metas	Prazo
1. A administração municipal deve estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os 4 setores do saneamento básico municipal de forma sistemática e transparente.	1.1 Criação de uma Secretaria / Departamento / Divisão ou atribuição a uma existente no âmbito da Administração Pública Municipal, que seja dotada da competência de acompanhar a implementação das ações previstas no PMSB e de fazer a gestão dos indicadores operacionais, gerenciais e ambientais dos 4 (quatro) setores.	Imediato
	1.2 Que seja dado início às atividades e procedimentos previstos como sendo de competência da entidade criada.	Curto
	1.3 Garantir a continuidade às operações da entidade criada até o final do Plano. Esta entidade deverá apresentar um relatório anual da evolução dos setores à Agência Reguladora	Médio
2. Os quatro eixos do saneamento básico municipal devem responder a uma entidade reguladora, cujas atribuições são definidas pela lei 11.445/07 e o decreto que a regulamenta.	2.1. Instituição de regulação, feita por entidade(s) independente(s), para a prestação dos serviços de SB. As atribuições do ente regulado e do ente regulador deverão ser conhecidas e os resultados ser disponibilizados anualmente ao poder executivo municipal e aos usuários.	Curto
3. Integrar a gestão financeira, operacional e administrativa dos quatro segmentos do saneamento básico, sob a responsabilidade do poder público, e articular a atuação dos atores envolvidos.	3.1 Instituição de um Sistema de Informação (banco de dados) sobre saneamento e mantê-lo atualizado anualmente ao longo do horizonte de planejamento	Imediato
	3.2 Conhecimento formal das atribuições por parte dos atores envolvidos.	Imediato
	3.3 Capacitação continuada do corpo técnico e de gestores responsáveis pelo saneamento, nos seus quatro segmentos.	Curto
4. Os quatro eixos do saneamento básico devem apresentar conformidade com a legislação ambiental vigente.	4.1. Criação de mecanismos para checar a condição do atendimento à legislação ambiental em todas as atividades que possam causar impactos ambientais.	Curto
	4.2. Nomeação de pelo menos 1 (um) fiscal com atribuições específicas para colaborar na regularização ambiental dos 4 setores de saneamento básico municipal.	Médio

Objetivo	Metas	Prazo
5. O saneamento básico municipal deve ser constituído com mecanismos que lhe confiram transparência e possibilitem a participação da população em instâncias de planejamento e de implementação.	5.1. Instituição de canais de controle social através da comunicação entre os usuários e os prestadores dos serviços de saneamento básico.	Médio
	5.2 Instituição de rotinas para a participação da sociedade na construção da política de saneamento básico municipal.	Médio
6. Implementar um Programa de Educação em Saneamento Básico no ensino público municipal.	6.1 Instituição, na grade de conteúdos oficiais de todas as escolas públicas do município, temas relacionados aos quatro eixos do Saneamento Básico.	Médio

4.2. Sistema de Abastecimento de Água

4.2.1. Proposição de cenários

Considerando-se a metodologia apresentada anteriormente, o setor de abastecimento de água foi submetido à análise da Matriz SWOT que subsidiou a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos, metas, programas e ações. O detalhamento destes passos é mostrado nos próximos itens do presente volume.

Quadro 90 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **1. Atendimento da demanda** - Atendimento de 99,3% da demanda na área urbana	**1. Atendimento da demanda** **2. Sistema Operacional** **3. Sistema de Informações** **4. Legislação e normatização do setor** **5. Sustentabilidade econômica**	**FRAQUEZAS** **2. Sistema Operacional** - Lodo da ETA é lançado sem tratamento em corpo hídrico; - Ausência de procedimento sistematizado para análise da água dos poços da área rural; - Não há periodicidade estabelecida na manutenção dos equipamentos que compõem o SAA; - Instalações que compõe o SAA em má conservação e antigas; - Tratamento ineficaz não atingindo os padrões de potabilidade estabelecidos pelo MS. - Não há tratamento de água no distrito de Barra de Figueira - Não há mapeamento das redes **3. Sistema de Informações** - Ausência de sistematização para a coleta, armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais; **4. Legislação e normatização do setor** - Não há outorga para captação de águas superficiais ou subterrâneas.
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES** **2. Sistema Operacional** - Encontra-se em construção a ampliação da ETA.		**AMEAÇAS** **1. Atendimento da demanda** - Consumo elevado de 315L/hab.dia comparado à média nacional (SNIS, 2013) **2. Sistema Operacional** - Não há macro e micromedição. **4. Legislação e normatização do setor** - Burocracia nos processos licitatórios. - Falta de atendimento às diversas cláusulas da legislação aplicável à prestação de serviços de Saneamento Básico. **5. Sustentabilidade econômica** - Não há tarifação pelo uso da água. - Sistema atua em déficit financeiro.

Considerando-se estas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de abastecimento de água de Pocrane. O resultado está mostrado no Quadro 91.

Quadro 91 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema abastecimento de água

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Não há atendimento de 100% na área urbana de forma contínua e ininterrupta, sem monitoramento de sistemas particulares.	100% de atendimento na área urbana de forma contínua e ininterrupta, com monitoramento de sistemas particulares.
Gestão parcialmente desarticulada e sem total sistematização e agilidade para o armazenamento e recuperação de dados em diversos procedimentos administrativos e operacionais	Gestão eficiente e articulada com sistematização para o armazenamento e recuperação de dados em diversos procedimentos administrativos e operacionais
Não há periodicidade na manutenção necessária dos equipamentos que compõe o SAA	Manutenção dos equipamentos que compõem o SAA feita de maneira contínua e preventiva.
Não há controle efetivo e sistematizado da quantidade de água produzida na ETA, nem na quantidade consumida em cada residência.	Existência de macro e micromedição da água, possibilitando o controle e sistematização dos dados.
Não há tarifação pelo uso da água	Tarifação pelo uso da água efetiva e socialmente referenciada.
SAA atendendo parte da legislação vigente com algumas unidades sem outorga e sem licenciamento	Pleno atendimento à legislação ambiental vigente

4.2.2. Objetivos e metas

Para o sistema de abastecimento de água foram propostos 5 (cinco) objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SAA e as características de Pocrane levantadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, bem como o cenário normativo como norte para o alcance das metas. Os objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares.**

Objetivo 2. **Redução das perdas e uso racional da água.**

Objetivo 3. **Implementar para SAA de Pocrane uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativo, operacional, financeiro e de planejamento estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação**

do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.

Objetivo 4. **Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do SAA (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição).**

Objetivo 5. **Garantir canais de comunicação com a sociedade e mobilização social e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.**

Na Tabela 11 estão apresentados os objetivos e respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.

Tabela 11 - Objetivos e Metas do Sistema de Abastecimento de Água

Objetivo	Metas	Prazo
1. Atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares	1.1. Atingir atendimento de 100% da área urbana de forma ininterrupta.	Imediato
	1.2. Possuir sistemas adequados para atender as comunidades rurais agrupadas.	Imediato
	1.3. Controle e vigilância da qualidade da água.	Longo
	1.4. Possuir mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Imediato
2. Redução das perdas e uso racional da água	2.1. Todos os SAAs do município com índice de perdas e consumo *per capita* mensurados	Imediato
	2.2. Redução de 20% do valor inicial do índice de perdas e consumo *per capita*.	Curto
	2.3. Redução de 40% do valor inicial do índice de perdas e consumo *per capita*.	Médio
	2.4. Redução de 60% do valor inicial do índice de perdas e garantia do alcance do consumo per *capita* em 150 L/hab.dia.	Longo
3. Implementar para SAA de Pocrane uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativo, operacional, financeiro e de planejamento estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB	3.1. Adequação do sistema gerencial do SAA por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor	Curto
	3.2. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório	Médio
	3.3. Ter sistema de informações sobre o SAA atualizado	Longo

Objetivo	Metas	Prazo
4. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do SAA (captação, adução, reservação e distribuição)	4.1. Atingir atendimento total a legislação quanto à operação do SAA	Imediato
	4.2. Todas as outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente regularizadas	Imediato
	4.3. Acompanhamento garantido da regularidade das outorgas dos usos dos recursos hídricos e das licenças ambientais da infraestrutura existente e a serem instaladas relacionadas ao SAA	Longo
5. Garantir canais de comunicação com a sociedade e mobilização social e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental	5.1. Participação popular ativa na gestão do SAA e no processo de tomada de decisão, com população instruída	Longo
	5.2. População sensibilizada sobre questões de escassez de água	Longo
	5.3. Possuir canais de comunicação com a população	Longo
	5.4. Obtenção de um índice inicial de respostas satisfatórias a reclamações de 100%	Longo

4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário

4.3.1. Proposição de cenários

O setor de esgotamento sanitário foi analisado pela metodologia SWOT que subsidiou a configuração dos cenários *Previsível* e *Normativo* para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos, metas, programas e ações. O Quadro 92 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise.

Quadro 92 - Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS**	**1. Atendimento da demanda** **2. Sistema Operacional** **3. Sistema de Informações** **4. Legislação e normatização do setor** **5. Sustentabilidade econômica**	**FRAQUEZAS** **1. Atendimento da demanda:** - Atendimento de 50% do município. - Não há coleta e tratamento nas localidades da área rural **2. Sistema Operacional:** - Não há mapeamento das redes. Existência de parte das redes construídas pelos munícipes; - Não há tratamento do esgoto doméstico. Efluentes são encaminhados *in natura* aos cursos hídricos; - Não há periodicidade na manutenção dos equipamentos que compõe o SES. **3. Sistema de Informações** -Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais, de forma a permitir o monitoramento dos processos.
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES**		**AMEAÇAS** **4. Legislação e normatização do setor** - Não há monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes enviados aos cursos hídricos **5. Sustentabilidade econômica** - Não há cobrança pelo serviço prestado; - Sistema atua em déficit financeiro.

Considerando-se todas estas questões, partiu-se para a construção dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o setor de esgotos de Pocrane. O resultado está mostrado no Quadro 93.

Quadro 93 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema esgotamento sanitário.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
50% da população do município possui seu esgoto sanitário coletado.	100% de cobertura do serviço no município, com tratamento de 100% dos esgotos gerados.
Não há tratamento do esgoto doméstico. Efluentes são encaminhados in natura aos cursos hídricos	Existência de tratamento do esgoto doméstico antes do lançamento em corpos d'água atendendo a legislação e aos padrões de lançamento de efluentes
Controle operacional ineficiente, principalmente no que diz respeito à manutenção dos equipamentos disponíveis ao setor.	Programa periódico de manutenções do sistema, visando caráter preventivo.
Sistema de informações sobre o sistema de esgotamento sanitário com dados desatualizados.	Sistema de informações sobre o sistema de esgotamento sanitário com dados atualizados semestralmente.
Não há mapeamento das redes. Existência de parte das redes construídas pelos munícipes	Mapeamento de toda a rede de esgotamento sanitário, bem como controle por parte do poder público da manutenção e ampliação
Necessidade de investimento será cada vez maior para aquisição de equipamentos, infraestruturas e disponibilidade em quantidade adequada de pessoal qualificado.	Elaboração de projetos para captação de recursos, provenientes de programas Federal e Estadual.
	Aumento de investimentos na infraestrutura de coleta, afastamento e tratamento de esgotos.

4.3.2. Objetivos e metas

Para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos 5 (cinco) objetivos específicos, de acordo com os aspectos do SES e as características de Pocrane levantadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, bem como o cenário normativo como norte para o alcance das metas. Os objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas e aglomerados do município de Pocrane serão atendidos com serviços de coleta, afastamento e tratamento**

Objetivo 2. **Erradicar fossas rudimentares e lançamentos diretos e implementar saneamento rural adequado.**

Objetivo 3. **Implementar para o SES uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacional, financeiro e de planejamento estratégico e de sustentabilidade, além de**

definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.

Objetivo 4. **Todos os procedimentos inseridos no Sistema de Esgotamento Sanitário de Pocrane que sejam passíveis de licenciamento ambiental e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, atenderão à legislação ambiental que incide sobre eles.**

Objetivo 5. **Os serviços de saneamento básico do município terão instituídos canais de comunicação e participação com a sociedade e promoverão ações continuadas em educação ambiental.**

Na Tabela 12 estão apresentados os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.

Tabela 12 - Objetivos e Metas do Setor de Esgotamento Sanitário

Objetivo	Metas	Prazo
1. 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas e aglomerados do município de Pocrane serão atendidos com serviços de coleta, afastamento e tratamento.	1.1. Aumentar o índice de cobertura de coleta e afastamento de esgotos para 100% na área urbana.	Imediato
	1.2. Implementar tratamento de esgotos para 100% na área urbana	Curto
	1.3. Possuir sistemas adequados para atender as comunidades rurais agrupadas.	Curto
2. Erradicar fossas rudimentares e lançamentos diretos e implementar saneamento rural adequado.	2.1. Ter cadastro das fossas existentes no município e desativação de fossas rudimentares.	Imediato
	2.2. Saneamento rural adequado.	Curto
3. Implementar para o SES uma gestão eficiente o que concerne aos aspectos administrativos, operacional, financeiro e de planejamento estratégico e de sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB	3.1. Adequação do sistema gerencial do SES por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor.	Curto
	3.2. Ter todas as ETEs com manuais de operação e estarem operando adequadamente.	Longo
	3.3. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório.	Longo
	3.4. Ter sistema de informações sobre o SES atualizado.	Longo
4. Todos os procedimentos inseridos no Sistema de Esgotamento Sanitário de Pocrane que sejam passíveis de licenciamento ambiental e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, atenderão à legislação ambiental que incide sobre eles.	4.1. Todas as outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente relacionadas ao esgotamento sanitário regularizadas.	Imediato
	4.2. Todas as unidades passíveis de licenciamento e outorga estarem regularizadas e com acompanhamento do prazo de validade das licenças.	Imediato
	4.3 Ter a garantia do acompanhamento do prazo de validade das licenças.	Longo
5. Os serviços de saneamento básico do município terão instituídos canais de comunicação e participação com a sociedade e promoverão ações continuadas em educação ambiental.	5.1. Participação popular ativa na gestão do SES e no processo de tomada de decisão, com população instruída.	Longo
	5.2. População sensibilizada sobre questões de escassez de água.	Longo
	5.3. Promoção de canais de comunicação com a população.	Longo
	5.4. Obtenção de um índice inicial de respostas satisfatórias a reclamações de (60% imediato, 75% a curto prazo, 90% a médio prazo e 100% a longo prazo)	Longo

4.4. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

4.4.1. Proposição de cenários

O setor de drenagem urbana foi analisado pela metodologia SWOT (Strong, Weakness, Oportunity, Threat) que subsidiou a configuração dos cenários *Previsível* e *Normativo* para este eixo, adotando-se o *cenário normativo* para a proposição de objetivos, metas, programas e ações. O Quadro 94 apresenta a matriz SWOT gerada pela análise.

Quadro 94 - Matriz SWOT do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **1. Perfil institucional** - Existência da Secretaria de Obras realiza a gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	**1. Perfil Institucional** **2. Sustentabilidade econômica** **3. Legislação e normatização do setor** **4. Sistema de Informações** **5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos**	**FRAQUEZAS** **1. Perfil institucional** - Ausência de um procedimento sistemático para a manutenção das redes de drenagem - Defesa Civil pouco estruturada e recente **2. Sustentabilidade econômica** - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem **4. Sistema de Informações** - Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais; - Ausência de cadastro da rede de drenagem municipal **5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos** - Tubulações obstruídas por processos erosivos e/ou presença de resíduos sólidos e ausência de manutenção - Bairros sem pavimentação e rede de drenagem - No distrito Barra da Figueira há locais com risco de deslizamentos de terra
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES**		**AMEAÇAS** **3. Legislação e normatização do setor** - Não há legislação específica para ordenamento de uso ocupação do solo **5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos** - Existência de Áreas de Preservação Permanente (APP) não conservadas - Problemas de alagamento próximos ao Córrego São Mateus e Ribeirão Pocrane. - Existência de áreas ocupadas com processos erosivos e risco de deslizamentos - Domicílios muito próximos ao corpo d'água em algumas localidades

Considerando-se todas estas questões, partiu-se para a construção de dois cenários, um *Previsível*, ou seja, aquele que retrata uma evolução do SDU baseada em providências tomadas corretivamente, de forma emergencial, sem planejamento; e outro seria o chamado *Cenário Normativo*, que é aquele que retrata uma situação bem mais organizada, conseguida através de procedimentos planejados e sustentados por regulamentos (leis e normas) que desde já incidem sobre a gestão deste e dos demais eixos do saneamento básico. O resultado está mostrado no Quadro 95.

Quadro 95 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema de drenagem urbana.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Ocupação irregular das margens dos rios e de, principalmente, morros, com controle mínimo por parte da administração pública.	Administração pública realiza o controle eficaz na aprovação de novos lotes urbanos evitando aprovação de locais que apresentem riscos humanos e ambientais que a ocupação irregular pode acarretar.
Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados desatualizados e de difícil acesso.	Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados atualizados anualmente.
Estrutura de pessoal e qualificação ainda não possibilita implantação do plano de macrodrenagem de Pocrane e de leis municipais.	Revisão e adequação da estrutura de pessoal e qualificação continuada dos quadros, visando o êxito da implantação de leis municipais e do plano de macrodrenagem de Pocrane.
Programas de educação ambiental realizados de forma desvinculada entre os quatro setores do saneamento, de forma descontínua e não planejada.	Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e integrando os quatro setores do saneamento e, em casos mais específicos, como para a conscientização da importância de se preservar as APPs dos rios.

4.4.2. Objetivos e metas

Para o sistema de Drenagem de Águas Pluviais foram propostos 6 (seis) objetivos específicos, de acordo com seus aspectos e as características de Pocrane levantadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, bem como o cenário normativo como norte para o alcance das metas. Os objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Minimizar a frequência de enchentes e alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.**

Objetivo 2. **Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.**

Objetivo 3. **Recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.**

Objetivo 4. **Implementar para o SDU uma gestão eficiente no que concerne os aspectos administrativo, operacional, financeiro, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.**

Objetivo 5. **Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os sub processos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana.**

Objetivo 6. **Garantir canais de comunicação com a sociedade e mobilização social e promover ações continuadas em educação ambiental.**

A Tabela 13 apresenta estes dados (cenário atual, objetivos e metas) e ainda indica os momentos em que cada meta deve atingida pelos gestores.

Tabela 13 - Objetivos Gerais do Setor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Objetivo	Metas	Prazo
1. Minimizar a frequência de enchentes e alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.	1.1 Ter garantido o mapeamento e cadastramento (banco de dados) dos sistemas de drenagem urbana do município e de suas áreas críticas.	Imediato
	1.2 Possuir um plano de limpeza sistemática das calhas, poços de visita (PV) e bocas de lobo do município de Pocrane.	Imediato
	1.3 Redução de 75% na quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 70% na quantidade de pontos de enchentes.	Curto
	1.4 Dobrar (em relação a 2014) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Imediato
	1.5 Regulamentar sobre o percentual de impermeabilização dos lotes urbanos e garantir a fiscalização	Longo
2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.	2.1 Garantir o mapeamento das ocupações em áreas de risco de movimentação de massa em conjunto com a Defesa Civil	Imediato
	2.2 Estabelecer um plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Imediato
	2.3 Promover a fiscalização da ocupação de áreas de risco	Curto
	2.4 Executar o plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Curto
	2.5 Recuperação de 40% de áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Curto
	2.6 Recuperação de 100% da ocupação das áreas de risco de Pocrane a fim de minimizar a ocorrência de acidentes.	Longo
3. Recuperação e revitalização de APP e áreas verdes.	3.1 Ter elaborado o plano de recuperação de APPs e áreas verdes considerando o mapeamento de áreas críticas de drenagem.	Curto
	3.2. Redução de 70% na quantidade de resíduos sólidos depositados nas margens dos rios do município.	Curto
	3.3 Aumento de 200% (em relação a 2014) no número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo
4. Implementar para o SDU uma gestão eficiente no que concerne os aspectos administrativo, operacional, financeiro, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.	4.1 Mapeamento e cadastramento (banco de dados) de pelo menos 50% dos sistemas de drenagem urbana de Pocrane.	Imediato
	4.2 Mapeamento e cadastramento (banco de dados) de 100% dos sistemas de drenagem urbana de Pocrane.	Curto
	4.3 Manter o sistema de informações sobre o SDU atualizado.	Curto
	4.4 Corpo técnico atualizado e em número suficiente para atuar em questões específicas de drenagem urbana	Curto
	4.5 Legislação de Uso e Ocupação e macrozoneamento urbano devidamente regulamentados no município.	Imediato
5. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os sub processos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana.	5.1 Regularização de todas as licenças ambientais da infraestrutura existente relacionada ao SDU.	Imediato
	5.2 Acompanhamento das licenças ambientais e outorgas (travessias e barramentos).	Longo
6. Garantir canais de comunicação com a sociedade e mobilização social e promover ações continuadas em educação ambiental.	6.1 Promoção de reuniões que proporcionem informações aos usuários e funcionem como um canal de comunicação que amplie o controle social dos mesmos sobre o processo de tomada de decisão, promoção de canais de comunicação com a população.	Curto
	6.2 Presença de canais de comunicação com a população constantes e bem difundidos em todo o município.	Curto
	6.3 Aumento de 100% (em relação a 2014) no número de eventos anuais no município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Curto
	6.4 Aumento de 200% (em relação a 2014) no número de eventos anuais no município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Médio

4.5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

4.5.1. Proposição de cenários

A seguir é apresentada a Matriz SWOT para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. Ressalta-se que a análise do cenário atual por meio desta metodologia subsidia a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas.

Quadro 96 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Pocrane

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	**FORÇAS** **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** - Coleta regular diária ocorre apenas na sede - Existência da infraestrutura da UTC	**1. Perfil institucional** **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** **3. Sustentabilidade econômica** **4. Legislação e normatização do setor** **5. Sistema de obtenção e acesso a dados**	**FRAQUEZAS** **2. Gerenciamento de resíduos sólidos** - Coleta regular diária ocorre apenas uma vez por semana nos distritos - Não há programa estruturado de coleta seletiva atualmente - Existência de lixão não recuperado **3. Sustentabilidade econômica** - Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos
Ambiente Externo	**OPORTUNIDADES** **1. Perfil Institucional** - Intenção para criação de consórcio para disposição final de rejeitos.		**AMEAÇAS** **4. Legislação e normatização do setor** - Não há legislação específica para o gerenciamento de resíduos sólidos no município

Com base na matriz SWOT, que avalia aspectos positivos e negativos internos e externos à gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Pocrane foi possível elaborar a descrição dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o horizonte de planejamento (Quadro 97).

Quadro 97 - Descrição dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Existência de lixão não recuperado como passivo ambiental para o município, podendo contaminar o solo e recursos hídricos.	Lixões devidamente finalizados, com monitoramento contínuo e sem a possibilidade de contaminação.
Ausência de coleta seletiva estruturada no município, ainda realizada de maneira que os sujeitos sociais estejam desarticulados.	Coleta seletiva abrange 100% do município e é realizada de maneira que os sujeitos sociais estejam articulados
Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos	Existência de cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos
Estrutura de pessoal e qualificação ainda não possibilita implementação da Política e do Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos.	Revisão e adequação da estrutura de pessoal e qualificação continuada dos quadros, visando ao êxito da implementação da Política Municipal de Resíduos e do Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.
Não há taxa ou cobrança pela prestação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos.	Cobrança estabelecida de maneira participativa e suficiente para auxiliar uma gestão integrada de resíduos sólidos com sustentabilidade financeira.
Ausência e/ou desatualização de Planos de Contingência e Emergência	Existência de Planos de Contingência e Emergência que se adaptam à realidade local

4.5.2. Objetivos e metas

Para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram propostos 7 (sete) objetivos específicos, de acordo com seus aspectos e as características de Pocrane levantadas na etapa do Diagnóstico Técnico-Participativo, bem como o cenário normativo como norte para o alcance das metas. Os objetivos são descritos a seguir.

Objetivo 1. **Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios, e com coleta seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.**

Objetivo 2. **Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.**

Objetivo 3. **Reduzir o volume de resíduos passíveis de reciclagem e compostagem enviados à disposição final.**

Objetivo 4. **Implementação do manejo de resíduos sólidos urbanos.**

Objetivo 5. **Regulamentação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.**

Objetivo 6. **Atender a legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.**

Objetivo 7. **Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.**

Na Tabela 14 apresentam-se os objetivos e respectivas metas de forma sistematizada, relacionando-os com a situação atual do setor e com os prazos de cada meta.

Tabela 14 - Objetivos e Metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Objetivo	Metas	Prazo
1. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios, e com coleta seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.	1.1. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta	Curto
	1.2. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta	Longo
	1.3. Atender com coleta seletiva a 50% do município.	Curto
	1.3. Atender com coleta seletiva a 70% do município.	Médio
	1.4. Atender com coleta seletiva a 100% do município.	Longo
	1.5. Estruturar o sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica, atendendo a 100% da zona urbana.	Médio
	1.6. Criar mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados	Médio
2. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana	2.1. Executar serviços de varrição, poda, capina, roçagem e raspagem em 100% das áreas públicas das zonas urbanas passíveis dos serviços	Imediato
	2.2. Estabelecer sistematização e periodicidade dos serviços de forma a garantir a limpeza da cidade.	Médio
	2.3. Envio dos resíduos de poda, capina, roçagem e raspagem para a compostagem.	Médio
3. Reduzir o volume de resíduos passíveis de reciclagem e compostagem enviados à disposição final	3.1. Instituir campanhas periódicas de sensibilização ambiental para separação de resíduos sólidos.	Imediato
	3.2. Redução em 70% da porcentagem dos resíduos recicláveis e de 60% dos resíduos orgânicos compostáveis enviados para aterro.	Médio
	3.3. Percentual de resíduos recicláveis enviado à disposição final reduzido em 100%.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo
4. Implementação do manejo de resíduos sólidos urbanos	4.1. Ter reduzido a zero o percentual de grandes geradores que utilizam o serviço de coleta convencional de resíduos e que não pagam pelo serviço.	Imediato
	4.2. Fomentar e fiscalizar a implementação de pontos de recebimento de resíduos especiais (logística reversa).	Curto
	4.3. Ter implementado ações para reduzir a zero o número de pontos de disposição irregular de RCC e de resíduos volumosos.	Médio
	4.4. Ter reduzido em 100% a disposição inadequada de resíduos agrossilvopastoris, incluindo embalagens de agrotóxicos, e de serviços de transporte.	Médio
	4.5. Possuir mecanismo econômico para remuneração e cobrança dos serviços prestados e incentivo econômico à reciclagem.	Longo
	4.6. Otimização da rota de coleta e transporte de RSU.	Longo
5. Regulamentação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.	5.1. Criar lei que estabeleça a Política Municipal de Resíduos Sólidos visando atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos	Imediato
	5.2. Revisão e atualização das leis promulgadas frente à PNRS.	Imediato
	5.3. Ter regulamentado o sistema de coleta seletiva	Imediato
	5.4. Ter regulamentação o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	Imediato
	5.5 Ter regulamentado a entrega anual do PGRS e de seu conteúdo mínimo.	Imediato
	5.6 Ter regulamentado a diferenciação entre pequenos e grandes geradores	Imediato
	5.7 Ter regulamentado as regras e penalidades para a disposição de resíduos sólidos.	Imediato
	5.8 Ter regulamentado as coleta de resíduos especiais (logística reversa).	Curto

Objetivo	Metas	Prazo
6. Atender a legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.	6.1. Garantir a disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos (eliminação de lixões e recuperação de áreas degradadas)	Imediata
	6.2. Todas as licenças ambientais das atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos existentes regularizados	Curto
	6.3. Acompanhamento garantido da regularidade das licenças ambientais da infraestrutura existente e a serem instaladas relacionadas ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	Longo
7. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.	7.1. Participação popular ativa na gestão de resíduos sólidos e no processo de tomada de decisão, com população instruída.	Longo
	7.2. População conscientizada sobre questões relativas à diminuição da geração, reutilização e reciclagem de resíduos.	Longo
	7.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Longo
	7.4. Alcançar respostas satisfatórias através dos mecanismos de avaliação da percepção dos usuários	Longo
	7.5. Desenvolver programas de educação ambiental que promovam atividades visando à sensibilização da população referente às questões redução da geração, reutilização, reciclagem, responsabilidade pós-consumo e destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos.	Curto

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA FILHO, G. S. de et al.. Diretrizes para projeto de controle de erosão em áreas urbanas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, 1997, Vitória. Anais... São Paulo. V.3, p. 167-171. 1997

ALMEIDA FILHO, G. S.; GOUVEIA, M. I. F.; RIDENTE JÚNIOR, J. L.; CANIL, K. Prevenção e controle da erosão urbana no estado de São Paulo. In: 21º, 2001. ANAIS... JOÃO PESSOA: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

ANGULO et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: Rio de Janeiro. v. 16, n. 3, p. 299-306, jul/set 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 8418. Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento. Rio de Janeiro, 1983

_____. NBR 13896: Aterros de resíduos não-perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS, s.d. Disponível em: < http://www.atlasdasaguas.ufv.br/ >. Acesso em 26 de out. 2015.

BAPTISTA, M. Nascimento, N. Barraud, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre, ABRH, 2005.

BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BRASIL. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. Institui o Estatuto das Cidades. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, de 3 de agosto de 2010, Brasília, DF.

BUARQUE, S. C.; Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais. Texto para discussão nº 939. Brasília, IPEA. Fevereiro de 2003. ISSN 1415-4765.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARDOSO, F. J. Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]. Labor & Engenho, Campinas [SP], Brasil, v.3, n.1, p.1-20, 2009.

COMITÊ PCJ – Câmara Técnica de Saneamento CT- SA, Modelos de Gestão de Serviços de Saneamento – Piracicaba, 2014.

D'ELLA, D. M. C. Relação entre utilização de água e geração de resíduos sólidos domiciliares. Revista de saneamento ambiental, São Paulo, no. 65, p.38-41, maio de 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de saneamento Básico Rural desenvolvidas pela Embrapa. IV Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública. Belo Horizonte, MG. 2013.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente - Orientações básicas para a operação de aterro sanitário. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 36p

_____Orientações técnicas para atendimento à deliberação Normativa 118/ 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental. 3 ed. - Belo Horizonte. 2008.

GONÇALVES, J. L. de M.; NOGUEIRA JR., L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de Solos Degradados, In: Kageyama, P. Y. et al. (org). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF , 1a ed. Revisada: 2008.

GOVERNO FEDERAL – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2012). Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Brasília – DF.

IBAM. Instituto brasileiro de administração municipal. **Limpeza Urbana,** 2010.

IBAM. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Censo demográfico.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2014: resumo executivo. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2015. 175p.

JADOVSKI, I. Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. 2005. 182 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

JARDIM, Niza Silva et al. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo. IPT: CEMPRE, 1995.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.; Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª edição. Rio de Janeiro. 2005.

LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira. Água para consumo na propriedade rural. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2012. 18p.

LEOPOLD, L.B.,1968. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.

MINAS GERAIS. Resolução conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2012.

MIRANDA, L.F.R.; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre. v. 9, n. 1, p. 57-71, jan/mar 2009.MOTA, Suetônio. Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 1999.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. Brasília, 2013.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.

ONOFRE, F.L. Estimativa da geração de resíduos domiciliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFPA, 2011.

PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

Resolução CONAMA nº 005 de 1993 – Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Resolução CONAMA nº 283 de 2001 – Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 313 de 2002 – Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 334 de 2003 – Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Resolução CONAMA nº 358 de 2005 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

Resolução CONAMA nº 375 de 2006 – Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

ROTTA, C. M. S. Estudo da recuperação de áreas degradadas por processos erosivos: procedimentos e eficiência dos métodos, 2012. 166p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.

SCHALCH, V., LEITE, W. C. A., FERNANDES JR., J. L., CASTRO, M. C. A. A. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. 91 p., 2002. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2012.

SNIS, Sistema Nacional de informações sobre Saneamento, Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos in: **Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**, 2014.

TUCCI, C. E. M.; NEVES, M. G. F. P. Resíduos sólidos na drenagem urbana: Aspectos Conceituais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 125-136, 2009.

TUCCI, C.E.M., Porto, R.L.L., Barros, M.T. Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

TUCCI, Carlos E. M.. Águas urbanas . Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, jan. 2008. ISSN 1806-9592. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 09 mar. 2016. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007.

VON SPERLING, M.; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 3ª edição, 2005.