

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE
ARAPONGA**

Ato Convocatório Nº 20/2014

**Produto 4 - Prognóstico e Alternativas para Universalização dos
Serviços**

DEZ/2015



Sumário

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Quadros	vii
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PROJEÇÕES E ESTIMATIVAS DE DEMANDA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	13
2.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	13
2.1.1. <i>Projeção das demandas do Sistema de Abastecimento de Água</i>	<i>13</i>
2.1.2. <i>Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de Engenharia para atendimento da demanda</i>	<i>21</i>
2.1.3. <i>Eventos de Emergência e Contingência.....</i>	<i>25</i>
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	28
2.2.1. <i>Projeções e estimativa de demanda do Serviço de Esgotamento Sanitário.....</i>	<i>28</i>
2.2.2. <i>Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda</i>	<i>42</i>
2.2.3. <i>Eventos de Emergência e Contingência.....</i>	<i>44</i>
2.3. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.....	46
2.3.1. <i>Medidas de controle de erosão e assoreamento.....</i>	<i>46</i>
2.3.2. <i>Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água.....</i>	<i>50</i>
2.3.3. <i>Diretrizes para o controle do escoamento superficial.....</i>	<i>52</i>
2.3.4. <i>Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale</i>	<i>53</i>
2.3.5. <i>Eventos de Emergência e Contingência.....</i>	<i>55</i>
2.4. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	56
2.4.1. <i>Projeções e estimativa de demanda do Serviço Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....</i>	<i>56</i>
2.4.2. <i>Cálculo dos custos da prestação dos serviços.....</i>	<i>62</i>
2.4.3. <i>Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....</i>	<i>74</i>



2.4.4. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos inertes.....	83
2.4.5. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil	86
2.4.6. Eventos de Emergência e Contingência.....	89
3. GESTÃO, FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO	92
3.1. Modelos de Gestão.....	92
3.1.1. Gestão Pública	93
3.1.2. Gestão Privada.....	96
3.1.3. Gestão Público-Privada.....	97
3.2. Alternativas de fiscalização e Regulação	98
3.3. Especificidades do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos considerando o PMGIRS.....	101
3.3.1. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos	101
3.3.2. Formas e limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa	133
4. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS EM SANEAMENTO BÁSICO	150
4.1. Sistema Geral.....	153
4.1.1. Proposição de cenários.....	153
4.1.2. Objetivos e metas.....	157
4.2. Sistema de Abastecimento de Água.....	160
4.2.1. Proposição de cenários.....	160
4.2.2. Objetivos e metas.....	162
4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	166
4.3.1. Proposição de cenários.....	166
4.3.2. Objetivos e metas.....	168
4.4. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.....	171
4.4.1. Proposição de cenários.....	171
4.4.2. Objetivos e metas.....	173



4.5.	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	177
4.5.1.	<i>Proposição de cenários</i>	177
4.5.2.	<i>Objetivos e metas</i>	179
5.	BIBLIOGRAFIA	184



Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa	25
Figura 2 - Localização da Estação de Tratamento de Esgoto	43
Figura 3 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área	77
Figura 4 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (AS)	81
Figura 5 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário	82
Figura 6 - Gestão dos Resíduos Domiciliares	140
Figura 7 - Procedimentos para não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos.....	141



Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado na área construída do imóvel	69
Tabela 2 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel	70
Tabela 3 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água	71
Tabela 4 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água	72
Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água	72
Tabela 6 - Objetivos e Metas	158
Tabela 7 - Objetivos e Metas do Sistema de Abastecimento de Água	164
Tabela 8 - Objetivos e Metas do Setor de Esgotamento Sanitário	170
Tabela 9 - Objetivos Gerais do Setor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	175
Tabela 10 - Objetivos e Metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	181



Lista de Quadros

Quadro 1 - Projeção da demanda futura para sede no cenário previsível.....	14
Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário previsível	15
Quadro 3 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário previsível.....	16
Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário previsível.....	16
Quadro 5 - Projeção da demanda futura para sede no cenário normativo	18
Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário normativo.....	19
Quadro 7 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo	20
Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário normativo	20
Quadro 9 - Vazões no manancial utilizado na sede	22
Quadro 10 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede.....	22
Quadro 11 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico da sede	30
Quadro 12 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Estevão de Araújo	31
Quadro 13 - Evolução da contribuição de infiltração na sede	32
Quadro 14 - Evolução da contribuição de Infiltração em Estevão de Araújo.....	33
Quadro 15 - Evolução da vazão sanitária da sede	34
Quadro 16 - Evolução da vazão sanitária de Estevão de Araújo.....	34
Quadro 17 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede	36
Quadro 18 - Evolução da carga e concentração de DBO de Estevão de Araújo	36
Quadro 19 - Evolução da Carga e Concentração de Coliformes Termotolerantes da sede.....	38
Quadro 20 - Evolução da Carga e Concentração de Coliformes Termotolerantes de Estevão de Araújo	38
Quadro 21 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.	48
Quadro 22 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais.....	52



Quadro 23 - Projeção da geração de resíduos.....	56
Quadro 24 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.	57
Quadro 25 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final.....	58
Quadro 26 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final.....	59
Quadro 27 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final.....	60
Quadro 28 - Informações sobre o manejo de resíduos sólidos	62
Quadro 29 - Área necessária em m ²	79
Quadro 30 - Projeção de geração de RCD de Araponga	87
Quadro 31 - Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico	92
Quadro 32 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Regras de Estocagem.....	101
Quadro 33 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Regras de Transporte	101
Quadro 34 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Regras de Disposição Final	102
Quadro 35 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Legislação e Normas.....	104
Quadro 36 - Resíduos dos Serviços de Transporte - Classificação.	105
Quadro 37 - Resíduos dos Serviços de Transporte - Regras de Coleta e Transporte.....	106
Quadro 38 - Resíduos dos Serviços de Transporte - Regras de Tratamento e Disposição Final	107
Quadro 39 - Resíduos dos Serviços de Transporte - Regras de Licenciamento	108
Quadro 40 - Resíduos dos Serviços de Transporte - Legislação e Normas.....	109
Quadro 41 - Resíduos de Serviço de Saúde - Classificação.....	110
Quadro 42 - Resíduos de Serviço de Saúde - Símbolos de Identificação	112
Quadro 43 - Resíduos de Serviço de Saúde - Regras de Acondicionamento	113
Quadro 44 - Resíduos de Serviço de Saúde - Regras de Coleta e Transporte.....	113
Quadro 45 - Resíduos de Serviço de Saúde - Regras de Triagem e Transbordo.	114



Quadro 46 - Resíduos de Serviço de Saúde - Métodos de Tratamento	115
Quadro 47 - Resíduos de Serviço de Saúde - Regras de Tratamento e Disposição Final.....	116
Quadro 48 - Resíduos de Serviço de Saúde - Regras de Licenciamento.	117
Quadro 49 - Resíduos de Serviço de Saúde - Legislação e Normas.	118
Quadro 50 - Resíduos de Mineração - Normas.....	119
Quadro 51 - Resíduos de Construção Civil - Classificação.	120
Quadro 52 - Resíduos de Construção Civil - Regras de Coleta e Transporte.	120
Quadro 53 - Resíduos de Construção Civil - Regras de Tratamento e Disposição.	121
Quadro 54 - Resíduos de Construção Civil - Regras de Licenciamento.....	121
Quadro 55 - Resíduos de Construção Civil - Legislação e Normas.....	122
Quadro 56 - Resíduos Agrossilvopastoris - Regras de Coleta e Transporte.	123
Quadro 57 - Resíduos Agrossilvopastoris - Regras de Triagem e Transbordo.	123
Quadro 58 - Resíduos Agrossilvopastoris - Regras de Tratamento e Disposição.	123
Quadro 59 - Resíduos Agrossilvopastoris - Regras de Licenciamento.....	124
Quadro 60 - Resíduos Agrossilvopastoris - Legislação e Normas.....	125
Quadro 61 - Resíduos Industriais - Regras de Licenciamento e Obrigações Legais.....	127
Quadro 62 - Resíduos Industriais - Legislação e Normas.	128
Quadro 63 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais - Regras de sobre óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxico, lixo eletrônico e lâmpadas fluorescentes.	130
Quadro 64 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais - Regras de Coleta e Transporte.....	131
Quadro 65 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais - Regras de Triagem e Transbordo.	131
Quadro 66 - Resíduos de Estabelecimentos Comerciais - Legislação e Normas.....	132
Quadro 67 - Resumo das responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos	148
Quadro 68 - Matriz para a análise SWOT do sistema de Saneamento Básico Municipal de Araponga considerando os 4 eixos ou setores.....	154
Quadro 69 - Cenários <i>Previsível</i> e <i>Normativo</i> configurados para o Sistema de Saneamento Básico de Araponga	155



Quadro 70 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	161
Quadro 71 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema abastecimento de água	162
Quadro 72 - Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário.....	167
Quadro 73 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema esgotamento sanitário.	168
Quadro 74 - Matriz SWOT do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	172
Quadro 75 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema de drenagem urbana.	173
Quadro 76 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	178
Quadro 77 - Descrição dos cenários <i>Previsível</i> e <i>Normativo</i> para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	179



1. INTRODUÇÃO

Primeiramente, sabe-se que a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos 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 da Lei Federal nº 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Nesta primeira, 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 Araponga 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 Araponga) 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. Projeção das demandas 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 destes 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 (m^3 /dia);

P = população projetada (hab.);

IA = índice de atendimento (%).

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 consumo per capita de água no município é de 110,3L/hab.dia, o índice de perdas é igual a 15,35% e o índice de atendimento é de 100%.

A fim de se estudar o sistema de abastecimento de água ao longo do



horizonte do plano, realizou-se uma projeção da demanda considerando o crescimento populacional e mantendo-se constantes os indicadores citados acima. Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede e o distrito de Estevão de Araújo (Quadro 1 e Quadro 2).

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

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m³/dia)
2015	110	15	130	2.354	100	2.354	306,73
2016	110	15	130	2.393	100	2.393	311,81
2017	110	15	130	2.440	100	2.440	317,94
2018	110	15	130	2.484	100	2.484	323,67
2019	110	15	130	2.537	100	2.537	330,57
2020	110	15	130	2.581	100	2.581	336,31
2021	110	15	130	2.629	100	2.629	342,56
2022	110	15	130	2.679	100	2.679	349,08
2023	110	15	130	2.731	100	2.731	355,85
2024	110	15	130	2.783	100	2.783	362,63
2025	110	15	130	2.830	100	2.830	368,75
2026	110	15	130	2.881	100	2.881	375,40
2027	110	15	130	2.922	100	2.922	380,74
2028	110	15	130	2.979	100	2.979	388,17
2029	110	15	130	3.031	100	3.031	394,94
2030	110	15	130	3.074	100	3.074	400,55
2031	110	15	130	3.112	100	3.112	405,50
2032	110	15	130	3.157	100	3.157	411,36
2033	110	15	130	3.201	100	3.201	417,09
2034	110	15	130	3.244	100	3.244	422,70
2035	110	15	130	3.282	100	3.282	427,65
2036	110	15	130	3.324	100	3.324	433,12

Fonte: SHS, 2015



Quadro 2 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário previsível

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m ³ /dia)
2015	110	15	130	953	100	953	124,18
2016	110	15	130	959	100	959	124,96
2017	110	15	130	957	100	957	124,70
2018	110	15	130	958	100	958	124,83
2019	110	15	130	957	100	957	124,70
2020	110	15	130	957	100	957	124,70
2021	110	15	130	963	100	963	125,48
2022	110	15	130	966	100	966	125,87
2023	110	15	130	970	100	970	126,39
2024	110	15	130	965	100	965	125,74
2025	110	15	130	965	100	965	125,74
2026	110	15	130	969	100	969	126,26
2027	110	15	130	972	100	972	126,65
2028	110	15	130	975	100	975	127,04
2029	110	15	130	974	100	974	126,91
2030	110	15	130	977	100	977	127,30
2031	110	15	130	979	100	979	127,56
2032	110	15	130	974	100	974	126,91
2033	110	15	130	974	100	974	126,91
2034	110	15	130	969	100	969	126,26
2035	110	15	130	964	100	964	125,61
2036	110	15	130	966	100	966	125,87

Fonte: SHS, 2015

Ainda segundo os dados fornecidos pela ANA (2010), a capacidade de tratamento da ETA utilizada na sede é de 8L/s e, de acordo com a COPASA é captada uma vazão de 3,2L/s de água no distrito de Estevão de Araújo. Assim, considerando-se a capacidade máxima de operação da estação e de captação, obteve-se que a produção diária de água tratada na sede e no Estevão de Araújo é de 691,2m³/dia e 276,48m³/dia, respectivamente. A partir destes valores, realizou-se o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções populacionais analisadas.



Os Quadro 3 e Quadro 4 mostram os resultados do balanço da sede e Estevão de Araújo, respectivamente.

Quadro 3 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário previsível

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	2.354	306,73	691,20	384,47
2016	2.393	311,81	691,20	379,39
2017	2.440	317,94	691,20	373,26
2018	2.484	323,67	691,20	367,53
2019	2.537	330,57	691,20	360,63
2020	2.581	336,31	691,20	354,89
2021	2.629	342,56	691,20	348,64
2022	2.679	349,08	691,20	342,12
2023	2.731	355,85	691,20	335,35
2024	2.783	362,63	691,20	328,57
2025	2.830	368,75	691,20	322,45
2026	2.881	375,40	691,20	315,80
2027	2.922	380,74	691,20	310,46
2028	2.979	388,17	691,20	303,03
2029	3.031	394,94	691,20	296,26
2030	3.074	400,55	691,20	290,65
2031	3.112	405,50	691,20	285,70
2032	3.157	411,36	691,20	279,84
2033	3.201	417,09	691,20	274,11
2034	3.244	422,70	691,20	268,50
2035	3.282	427,65	691,20	263,55
2036	3.324	433,12	691,20	258,08

Fonte: SHS, 2015

Quadro 4 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário previsível

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	953	124,18	276,48	152,30
2016	959	124,96	276,48	151,52
2017	957	124,70	276,48	151,78
2018	958	124,83	276,48	151,65
2019	957	124,70	276,48	151,78



Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2020	957	124,70	276,48	151,78
2021	963	125,48	276,48	151,00
2022	966	125,87	276,48	150,61
2023	970	126,39	276,48	150,09
2024	965	125,74	276,48	150,74
2025	965	125,74	276,48	150,74
2026	969	126,26	276,48	150,22
2027	972	126,65	276,48	149,83
2028	975	127,04	276,48	149,44
2029	974	126,91	276,48	149,57
2030	977	127,30	276,48	149,18
2031	979	127,56	276,48	148,92
2032	974	126,91	276,48	149,57
2033	974	126,91	276,48	149,57
2034	969	126,26	276,48	150,22
2035	964	125,61	276,48	150,87
2036	966	125,87	276,48	150,61

Fonte: SHS, 2015

Os resultados apontam que tanto a ETA em funcionamento na sede quanto à vazão captada no poço no distrito de Estevão de Araújo tem capacidade de atender a demanda atual e futura de água da área urbana do município.

Considerando que o consumo *per capita* de 110L/hab.dia está abaixo do consumo médio do país (166L/hab.dia) e que a tendência é que ao longo dos anos o município se desenvolva e que naturalmente o consumo de água *per capita* em Araçuaia possa aumentar - apesar da real necessidade de redução do consumo de água no país e no mundo - adotou-se um aumento deste parâmetro para 150L/hab.dia, valor definido segundo Von Sperling (2005).

Vale ressaltar que esta estimativa não objetiva incentivar o aumento de consumo de água, mas sim antever que haverá uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, e que naturalmente esta demandará um consumo maior de água. Caso não ocorra, a quantidade de água disponível poderá atender a uma população maior, além do período do Plano. As ações de educação ambiental



e o incentivo ao consumo consciente de água devem ser implementadas de qualquer maneira e continuamente no município, para a garantia da qualidade de vida das futuras gerações.

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

- Curto, médio e longo prazo - Manutenção do índice de perdas em 15% (de 4 a 20 anos);

Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende a sede e o distrito de Estevão de Araújo (Quadro 5 e Quadro 6).

Quadro 5 - Projeção da demanda futura para sede no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m³/dia)
2015	110	15	130	2.354	100	2.354	305,89
2016	112	15	132	2.393	100	2.393	316,18
2017	114	15	134	2.440	100	2.440	327,71
2018	116	15	136	2.484	100	2.484	339,03
2019	118	15	139	2.537	100	2.537	351,78
2020	120	15	141	2.581	100	2.581	363,49
2021	121	15	143	2.629	100	2.629	375,96
2022	123	15	145	2.679	100	2.679	388,92
2023	125	15	147	2.731	100	2.731	402,38
2024	127	15	150	2.783	100	2.783	416,28
2025	129	15	152	2.830	100	2.830	429,65
2026	131	15	154	2.881	100	2.881	443,85
2027	133	15	156	2.922	100	2.922	456,72
2028	135	15	159	2.979	100	2.979	472,30
2029	137	15	161	3.031	100	3.031	487,34
2030	139	15	163	3.074	100	3.074	501,14
2031	140	15	165	3.112	100	3.112	514,31
2032	142	15	168	3.157	100	3.157	528,82
2033	144	15	170	3.201	100	3.201	543,36
2034	146	15	172	3.244	100	3.244	557,93



Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m³/dia)
2035	148	15	174	3.282	100	3.282	571,82
2036	150	15	176	3.324	100	3.324	586,59

Fonte: SHS, 2015

Quadro 6 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m³/dia)
2015	110	15	130	953	100	953	123,84
2016	112	15	132	959	100	959	126,71
2017	114	15	134	957	100	957	128,53
2018	116	15	136	958	100	958	130,75
2019	118	15	139	957	100	957	132,70
2020	120	15	141	957	100	957	134,78
2021	121	15	143	963	100	963	137,71
2022	123	15	145	966	100	966	140,24
2023	125	15	147	970	100	970	142,92
2024	127	15	150	965	100	965	144,34
2025	129	15	152	965	100	965	146,51
2026	131	15	154	969	100	969	149,29
2027	133	15	156	972	100	972	151,93
2028	135	15	159	975	100	975	154,58
2029	137	15	161	974	100	974	156,60
2030	139	15	163	977	100	977	159,28
2031	140	15	165	979	100	979	161,80
2032	142	15	168	974	100	974	163,15
2033	144	15	170	974	100	974	165,33
2034	146	15	172	969	100	969	166,66
2035	148	15	174	964	100	964	167,96
2036	150	15	176	966	100	966	170,47

Fonte: SHS, 2015

Considerando-se que a oferta não se altere até o final do horizonte de planejamento, foi realizado o balanço da oferta e demanda do sistema de



abastecimento de água, de acordo com a projeção populacional analisada (Quadro 7 e Quadro 8).

Quadro 7 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	2.354	305,89	691,20	385,31
2016	2.393	316,18	691,20	375,02
2017	2.440	327,71	691,20	363,49
2018	2.484	339,03	691,20	352,17
2019	2.537	351,78	691,20	339,42
2020	2.581	363,49	691,20	327,71
2021	2.629	375,96	691,20	315,24
2022	2.679	388,92	691,20	302,28
2023	2.731	402,38	691,20	288,82
2024	2.783	416,28	691,20	274,92
2025	2.830	429,65	691,20	261,55
2026	2.881	443,85	691,20	247,35
2027	2.922	456,72	691,20	234,48
2028	2.979	472,30	691,20	218,90
2029	3.031	487,34	691,20	203,86
2030	3.074	501,14	691,20	190,06
2031	3.112	514,31	691,20	176,89
2032	3.157	528,82	691,20	162,38
2033	3.201	543,36	691,20	147,84
2034	3.244	557,93	691,20	133,27
2035	3.282	571,82	691,20	119,38
2036	3.324	586,59	691,20	104,61

Fonte: SHS, 2015

Quadro 8 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário normativo

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	953	123,84	276,48	152,64
2016	959	126,71	276,48	149,77
2017	957	128,53	276,48	147,95
2018	958	130,75	276,48	145,73
2019	957	132,70	276,48	143,78



Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2020	957	134,78	276,48	141,70
2021	963	137,71	276,48	138,77
2022	966	140,24	276,48	136,24
2023	970	142,92	276,48	133,56
2024	965	144,34	276,48	132,14
2025	965	146,51	276,48	129,97
2026	969	149,29	276,48	127,19
2027	972	151,93	276,48	124,55
2028	975	154,58	276,48	121,90
2029	974	156,60	276,48	119,88
2030	977	159,28	276,48	117,20
2031	979	161,80	276,48	114,68
2032	974	163,15	276,48	113,33
2033	974	165,33	276,48	111,15
2034	969	166,66	276,48	109,82
2035	964	167,96	276,48	108,52
2036	966	170,47	276,48	106,01

Fonte: SHS, 2015

Neste novo cenário, foram obtidos saldos positivos ao longo de todo o plano, sem apresentar indícios de escassez hídrica, na sede e no distrito Estevão de Araújo. Conclui-se, portanto, que, se atingidas as metas, seria possível, neste caso, reduzir os gastos com a ampliação da ETA, assim como com o consumo de produtos químicos e energia elétrica utilizados 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 da água destinada para o abastecimento público da sede é feita no córrego Félix. Este manancial pertence à bacia hidrográfica do rio Doce, mais especificamente na sub-bacia do rio Piranga.

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 9.

Quadro 9 - Vazões no manancial utilizado na sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego Félix	105,7	52,8	8,0

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser verificada no quadro exposto, a vazão de captação é menor que a outorgável. Logo, conclui-se que a captação no local é realizada em conformidade com relação à resolução mencionada.

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizado atualmente e a demanda futura de água (Quadro 10).

Quadro 10 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Félix	
2015	52,8	3,5
2016	52,8	3,7
2017	52,8	3,8
2018	52,8	3,9
2019	52,8	4,1
2020	52,8	4,2
2021	52,8	4,4
2022	52,8	4,5
2023	52,8	4,7
2024	52,8	4,8
2025	52,8	5,0
2026	52,8	5,1
2027	52,8	5,3
2028	52,8	5,5
2029	52,8	5,6



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Félix	
2030	52,8	5,8
2031	52,8	6,0
2032	52,8	6,1
2033	52,8	6,3
2034	52,8	6,5
2035	52,8	6,6
2036	52,8	6,8

Fonte: SHS, 2015

Os resultados apontam que a demanda de água aumenta ao longo do plano devido ao crescimento da população local, porém este valor não excede o valor da vazão outorgável.

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 56% entre as duas vazões. Isso pode ser devido ao fato de o município de Arapongá 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 15,3L/s. Sendo assim, pode-se verificar que não há indícios de que a vazão captada ultrapassará o valor da vazão outorgável.

Além disso, paralelamente ao crescimento da demanda do abastecimento público, é possível que seja necessária a instalação de novos equipamentos capazes de atender maiores vazões que serão captadas no futuro.

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



2.1.2.2. Estevão de Araújo

Diferentemente da sede, no distrito de Estevão de Araújo, a captação é realizada em manancial subterrâneo, através de poço de captação.

A projeção feita (Quadro 2) aponta que a demanda de água aumenta futuramente, devido ao possível aumento do consumo. Uma vez que a vazão captada atualmente atende toda a população urbana do local no cenário atual, pode ser que o poço tenha capacidade de atender a demanda futura.

No entanto, deve haver o estudo do manancial subterrâneo, a fim de se saber se este tem oferta de água o suficiente para ser utilizada para captação de água futuramente.

2.1.2.3. Áreas rurais

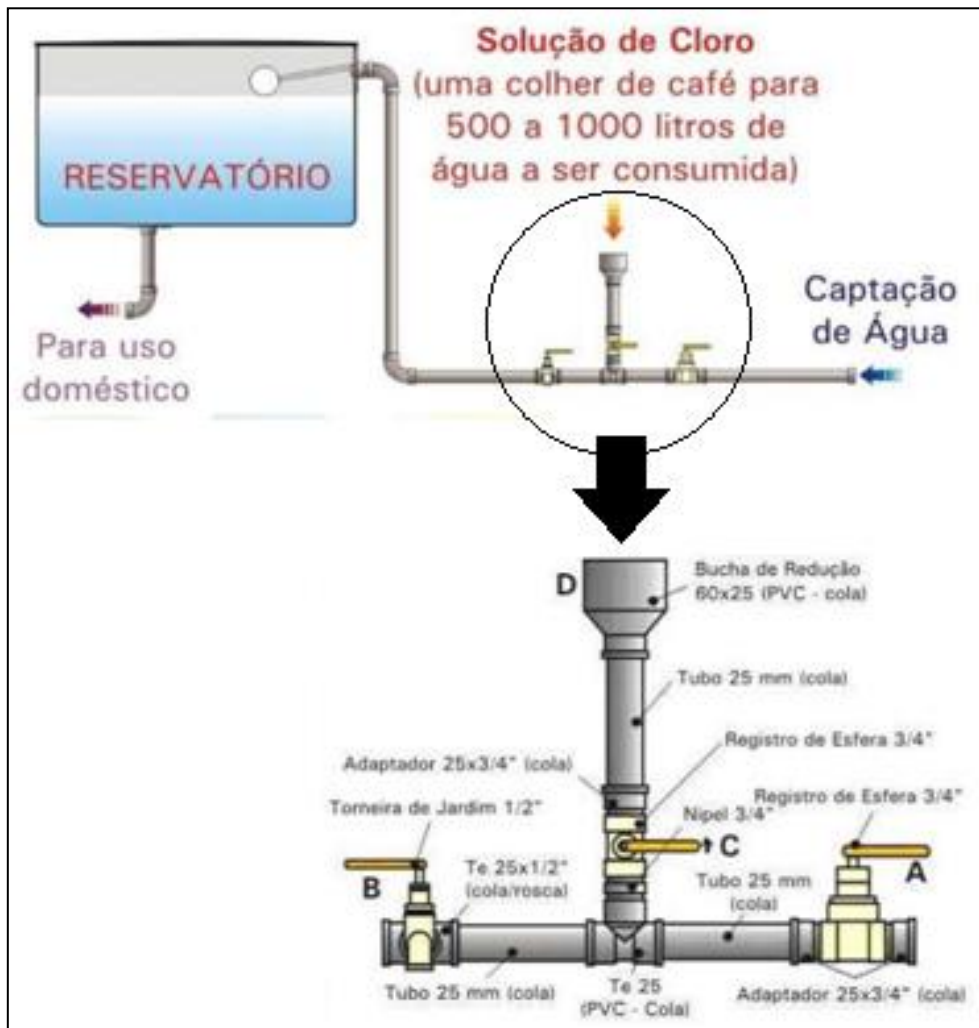
Em relação às áreas rurais, são empregadas soluções isoladas, como captação em poços. Em muitos casos, a água é captada e direcionada diretamente para o abastecimento sem antes passar por processo de tratamento.

Nestes casos em que são utilizados os poços de captação, deve-se realizar o tratamento por desinfecção pelo processo de cloração antes do seu consumo.

O cloro é um produto de baixo custo e tem a capacidade de eliminar as bactérias patogênicas presentes na água. Para a aplicação na etapa de desinfecção da água, o cloro deve ser dosado em concentrações corretas.

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, atendendo assim à Portaria do 2914/2011 do Ministério da Saúde. A Figura 1 ilustra esquematicamente como se dá este sistema de cloração.

Figura 1 - 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 na 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 das equações Equação 3, Equação 4, Equação 5 e 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 Qd = 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 e 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 ($Q_{s_{máxh}}$):

$$Q_{s_{máxh}} = Q_{d_{máxh}} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão mínima ($Q_{d_{min}}$):

$$Q_{s_{mín}} = Q_{d_{mín}} + Q_{inf}$$

Equação 11

Segundo dados de 2013 do SNIS, o consumo médio per capita de água é 110,3L/hab.dia. Adotando-se os coeficientes $C = 0,8$, $k_1 = 1,2$, $k_2 = 1,5$ e $k_3 = 0,5$ e com base na população prevista a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, foram calculadas as vazões de esgoto doméstico. Os Quadro 11 e Quadro 12 apresentam os resultados obtidos para a sede e Estevão de Araújo, respectivamente.

Quadro 11 - 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	2.354	100	110	1,20	2,40	2,88	4,33
2016	2.393	100	110	1,22	2,44	2,93	4,40
2017	2.440	100	110	1,25	2,49	2,99	4,49
2018	2.484	100	110	1,27	2,54	3,04	4,57
2019	2.537	100	110	1,30	2,59	3,11	4,66
2020	2.581	100	110	1,32	2,64	3,16	4,74
2021	2.629	100	110	1,34	2,68	3,22	4,83
2022	2.679	100	110	1,37	2,74	3,28	4,92
2023	2.731	100	110	1,39	2,79	3,35	5,02
2024	2.783	100	110	1,42	2,84	3,41	5,12
2025	2.830	100	110	1,45	2,89	3,47	5,20
2026	2.881	100	110	1,47	2,94	3,53	5,30
2027	2.922	100	110	1,49	2,98	3,58	5,37
2028	2.979	100	110	1,52	3,04	3,65	5,48
2029	3.031	100	110	1,55	3,10	3,71	5,57
2030	3.074	100	110	1,57	3,14	3,77	5,65
2031	3.112	100	110	1,59	3,18	3,81	5,72
2032	3.157	100	110	1,61	3,22	3,87	5,80
2033	3.201	100	110	1,63	3,27	3,92	5,88
2034	3.244	100	110	1,66	3,31	3,98	5,96
2035	3.282	100	110	1,68	3,35	4,02	6,03
2036	3.324	100	110	1,70	3,39	4,07	6,11

Fonte: SHS (2015)



Quadro 12 - Evolução da Vazão de Esgoto Doméstico de Estevão de Araújo

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	953	100	110	0,49	0,97	1,17	1,75
2016	959	100	110	0,49	0,98	1,18	1,76
2017	957	100	110	0,49	0,98	1,17	1,76
2018	958	100	110	0,49	0,98	1,17	1,76
2019	957	100	110	0,49	0,98	1,17	1,76
2020	957	100	110	0,49	0,98	1,17	1,76
2021	963	100	110	0,49	0,98	1,18	1,77
2022	966	100	110	0,49	0,99	1,18	1,78
2023	970	100	110	0,50	0,99	1,19	1,78
2024	965	100	110	0,49	0,99	1,18	1,77
2025	965	100	110	0,49	0,99	1,18	1,77
2026	969	100	110	0,49	0,99	1,19	1,78
2027	972	100	110	0,50	0,99	1,19	1,79
2028	975	100	110	0,50	1,00	1,19	1,79
2029	974	100	110	0,50	0,99	1,19	1,79
2030	977	100	110	0,50	1,00	1,20	1,80
2031	979	100	110	0,50	1,00	1,20	1,80
2032	974	100	110	0,50	0,99	1,19	1,79
2033	974	100	110	0,50	0,99	1,19	1,79
2034	969	100	110	0,49	0,99	1,19	1,78
2035	964	100	110	0,49	0,98	1,18	1,77
2036	966	100	110	0,49	0,99	1,18	1,78

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 7km e o número de população urbana atendida, no município, pelo sistema de esgotamento sanitário era de 3.154 habitantes. Sendo assim, pela razão entre esses dois últimos dados, obtém-se que o comprimento da rede por habitante é de 2m/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. Com base nestes valores, foram obtidas as vazões de infiltração. Os Quadros 13 e Quadro 14 mostram os resultados obtidos para a sede e Estevão de Araújo, respectivamente.

Quadro 13 - Evolução da contribuição de infiltração na sede

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2015	2.354	5.224	0	5.224	0,2	1,04
2016	2.393	5.224	117	5.341	0,2	1,07
2017	2.440	5.224	141	5.482	0,2	1,10
2018	2.484	5.224	132	5.614	0,2	1,12
2019	2.537	5.224	159	5.773	0,2	1,15
2020	2.581	5.224	132	5.905	0,2	1,18
2021	2.629	5.224	144	6.049	0,2	1,21
2022	2.679	5.224	150	6.199	0,2	1,24
2023	2.731	5.224	156	6.355	0,2	1,27
2024	2.783	5.224	156	6.511	0,2	1,30
2025	2.830	5.224	141	6.652	0,2	1,33
2026	2.881	5.224	153	6.805	0,2	1,36
2027	2.922	5.224	123	6.928	0,2	1,39
2028	2.979	5.224	171	7.099	0,2	1,42
2029	3.031	5.224	156	7.255	0,2	1,45
2030	3.074	5.224	129	7.384	0,2	1,48
2031	3.112	5.224	114	7.498	0,2	1,50
2032	3.157	5.224	135	7.633	0,2	1,53
2033	3.201	5.224	132	7.765	0,2	1,55
2034	3.244	5.224	129	7.894	0,2	1,58
2035	3.282	5.224	114	8.008	0,2	1,60
2036	3.324	5.224	126	8.134	0,2	1,63

Fonte: SHS (2015)



Quadro 14 - Evolução da contribuição de Infiltração em Estevão de Araújo

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
		Existente	Prevista	Total	Taxa (L/s.Km)	Vazão (L/s)
2015	953	2.115	0	2.115	0,2	0,42
2016	959	2.115	18	2.133	0,2	0,43
2017	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2018	958	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2019	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2020	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2021	963	2.115	12	2.145	0,2	0,43
2022	966	2.115	9	2.154	0,2	0,43
2023	970	2.115	12	2.166	0,2	0,43
2024	965	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2025	965	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2026	969	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2027	972	2.115	6	2.172	0,2	0,43
2028	975	2.115	9	2.181	0,2	0,44
2029	974	2.115	0	2.181	0,2	0,44
2030	977	2.115	6	2.187	0,2	0,44
2031	979	2.115	6	2.193	0,2	0,44
2032	974	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2033	974	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2034	969	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2035	964	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2036	966	2.115	0	2.193	0,2	0,44

Fonte: SHS (2015)

Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para a sede e Estevão de Araújo estão apresentados nos Quadro 15 e Quadro 16, respectivamente.



Quadro 15 - Evolução da vazão sanitária da sede

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	2.354	2,25	3,45	3,93	5,37
2016	2.393	2,29	3,51	4,00	5,47
2017	2.440	2,34	3,59	4,09	5,58
2018	2.484	2,39	3,66	4,17	5,69
2019	2.537	2,45	3,75	4,26	5,82
2020	2.581	2,50	3,82	4,34	5,93
2021	2.629	2,55	3,89	4,43	6,04
2022	2.679	2,61	3,98	4,52	6,16
2023	2.731	2,67	4,06	4,62	6,29
2024	2.783	2,72	4,14	4,71	6,42
2025	2.830	2,78	4,22	4,80	6,53
2026	2.881	2,83	4,30	4,89	6,66
2027	2.922	2,88	4,37	4,97	6,76
2028	2.979	2,94	4,46	5,07	6,90
2029	3.031	3,00	4,55	5,17	7,02
2030	3.074	3,05	4,62	5,24	7,13
2031	3.112	3,09	4,68	5,31	7,22
2032	3.157	3,14	4,75	5,40	7,33
2033	3.201	3,19	4,82	5,48	7,44
2034	3.244	3,24	4,89	5,55	7,54
2035	3.282	3,28	4,95	5,62	7,64
2036	3.324	3,32	5,02	5,70	7,74

Fonte: SHS (2015)

Quadro 16 - Evolução da vazão sanitária de Estevão de Araújo

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	953	0,91	1,40	1,59	2,17
2016	959	0,92	1,41	1,60	2,19
2017	957	0,92	1,40	1,60	2,19
2018	958	0,92	1,41	1,60	2,19
2019	957	0,92	1,40	1,60	2,19
2020	957	0,92	1,40	1,60	2,19
2021	963	0,92	1,41	1,61	2,20



Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2022	966	0,92	1,42	1,61	2,21
2023	970	0,93	1,42	1,62	2,22
2024	965	0,93	1,42	1,62	2,21
2025	965	0,93	1,42	1,62	2,21
2026	969	0,93	1,42	1,62	2,21
2027	972	0,93	1,43	1,63	2,22
2028	975	0,93	1,43	1,63	2,23
2029	974	0,93	1,43	1,63	2,23
2030	977	0,94	1,44	1,63	2,23
2031	979	0,94	1,44	1,64	2,24
2032	974	0,94	1,43	1,63	2,23
2033	974	0,94	1,43	1,63	2,23
2034	969	0,93	1,43	1,63	2,22
2035	964	0,93	1,42	1,62	2,21
2036	966	0,93	1,43	1,62	2,21

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.

$$Carga = População \times Carga \text{ per capita}$$

Equação 12

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

Equação 13

Os resultados para o a sede e o distrito de Estevão de Araújo são mostrados no Quadro 17 e Quadro 18.



Quadro 17 - 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)
2015	2.354	3,45	127,12	426,57
2016	2.393	3,51	129,22	425,83
2017	2.440	3,59	131,76	424,97
2018	2.484	3,66	134,14	424,20
2019	2.537	3,75	137,00	423,32
2020	2.581	3,82	139,37	422,61
2021	2.629	3,89	141,97	421,87
2022	2.679	3,98	144,67	421,13
2023	2.731	4,06	147,47	420,39
2024	2.783	4,14	150,28	419,68
2025	2.830	4,22	152,82	419,06
2026	2.881	4,30	155,57	418,41
2027	2.922	4,37	157,79	417,91
2028	2.979	4,46	160,87	417,24
2029	3.031	4,55	163,67	416,65
2030	3.074	4,62	166,00	416,18
2031	3.112	4,68	168,05	415,78
2032	3.157	4,75	170,48	415,31
2033	3.201	4,82	172,85	414,87
2034	3.244	4,89	175,18	414,45
2035	3.282	4,95	177,23	414,09
2036	3.324	5,02	179,50	413,71

Fonte: SHS (2015)

Quadro 18 - Evolução da carga e concentração de DBO de Estevão de Araújo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	953	1,40	51,46	426,57
2016	959	1,41	51,79	426,29
2017	957	1,40	51,68	426,02
2018	958	1,41	51,73	426,15
2019	957	1,40	51,68	426,02
2020	957	1,40	51,68	426,02
2021	963	1,41	52,00	426,10
2022	966	1,42	52,16	425,96
2023	970	1,42	52,38	425,77
2024	965	1,42	52,11	425,10



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2025	965	1,42	52,11	425,10
2026	969	1,42	52,33	425,64
2027	972	1,43	52,49	425,68
2028	975	1,43	52,65	425,55
2029	974	1,43	52,60	425,41
2030	977	1,44	52,76	425,46
2031	979	1,44	52,87	425,37
2032	974	1,43	52,60	424,70
2033	974	1,43	52,60	424,70
2034	969	1,43	52,33	424,03
2035	964	1,42	52,06	423,36
2036	966	1,43	52,16	423,63

Fonte: SHS (2015)

Ainda segundo Von Sperling (2005), a contribuição *per capita* de coliformes (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^{11} org/hab.dia. Com base neste valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 14) e concentração de coliformes termotolerantes (Equação 15) para cada ano.

$$Carga = População \times Carga \text{ per capita}$$

Equação 14

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

Equação 15

Os resultados obtidos, a partir destes cálculos, para a sede e distritos do município em questão estão apresentados no Quadro 19 e Quadro 20.



Quadro 19 - Evolução da Carga e Concentração de Coliformes Termotolerantes da sede

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	2.354	3,45	2,35x10 ¹⁵	7.899.437,01
2016	2.393	3,51	2,39 x10 ¹⁵	7.885.743,00
2017	2.440	3,59	2,44 x10 ¹⁵	7.869.881,19
2018	2.484	3,66	2,48 x10 ¹⁵	7.855.630,46
2019	2.537	3,75	2,54 x10 ¹⁵	7.839.185,52
2020	2.581	3,82	2,58 x10 ¹⁵	7.826.095,60
2021	2.629	3,89	2,63 x10 ¹⁵	7.812.362,56
2022	2.679	3,98	2,68 x10 ¹⁵	7.798.628,98
2023	2.731	4,06	2,73 x10 ¹⁵	7.784.927,79
2024	2.783	4,14	2,78 x10 ¹⁵	7.771.784,01
2025	2.830	4,22	2,83 x10 ¹⁵	7.760.355,82
2026	2.881	4,30	2,88 x10 ¹⁵	7.748.412,88
2027	2.922	4,37	2,92 x10 ¹⁵	7.739.139,41
2028	2.979	4,46	2,98 x10 ¹⁵	7.726.706,07
2029	3.031	4,55	3,03 x10 ¹⁵	7.715.804,25
2030	3.074	4,62	3,07 x10 ¹⁵	7.707.090,06
2031	3.112	4,68	3,11 x10 ¹⁵	7.699.605,34
2032	3.157	4,75	3,16 x10 ¹⁵	7.690.992,91
2033	3.201	4,82	3,20 x10 ¹⁵	7.682.823,85
2034	3.244	4,89	3,24 x10 ¹⁵	7.675.070,63
2035	3.282	4,95	3,28 x10 ¹⁵	7.668.400,60
2036	3.324	5,02	3,32 x10 ¹⁵	7.661.218,87

Fonte: SHS (2015)

Quadro 20 - Evolução da Carga e Concentração de Coliformes Termotolerantes de Estevão de Araújo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	953	1,40	9,53x10 ¹⁴	7.899.437,01
2016	959	1,41	9,59 x10 ¹⁴	7.894.174,35
2017	957	1,40	9,57 x10 ¹⁴	7.889.171,80
2018	958	1,41	9,58 x10 ¹⁴	7.891.674,89
2019	957	1,40	9,57 x10 ¹⁴	7.889.171,80
2020	957	1,40	9,57 x10 ¹⁴	7.889.171,80
2021	963	1,41	9,63 x10 ¹⁴	7.890.706,18
2022	966	1,42	9,66 x10 ¹⁴	7.888.125,87



Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média(L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2023	970	1,42	$9,70 \times 10^{14}$	7.884.712,89
2024	965	1,42	$9,65 \times 10^{14}$	7.872.302,68
2025	965	1,42	$9,65 \times 10^{14}$	7.872.302,68
2026	969	1,42	$9,69 \times 10^{14}$	7.882.237,98
2027	972	1,43	$9,72 \times 10^{14}$	7.883.018,03
2028	975	1,43	$9,75 \times 10^{14}$	7.880.490,14
2029	974	1,43	$9,74 \times 10^{14}$	7.878.026,23
2030	977	1,44	$9,77 \times 10^{14}$	7.878.814,39
2031	979	1,44	$9,79 \times 10^{14}$	7.877.146,20
2032	974	1,43	$9,74 \times 10^{14}$	7.864.835,37
2033	974	1,43	$9,74 \times 10^{14}$	7.864.835,37
2034	969	1,43	$9,69 \times 10^{14}$	7.852.436,50
2035	964	1,42	$9,64 \times 10^{14}$	7.839.948,66
2036	966	1,43	$9,66 \times 10^{14}$	7.844.954,54

Fonte: SHS (2015)

Estes cálculos mostram a carga e concentração de DBO e de coliformes (termotolerantes) que serão despejados diretamente nos corpos receptores do município, caso os esgotos sanitários não passem por nenhuma forma de tratamento, como acontece atualmente.

O rio Santana, rio São Lourenço, o ribeirão Felix e o córrego Santo Antônio, que são alguns dos 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 do Piranga - PARH Piranga 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:

“(...)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. (...)”

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂; (...)”

Analisando a legislação é fácil perceber que as concentrações de DBO e coliformes termotolerantes estimadas são muito superiores aos padrões permitidos pela resolução. Dessa forma, para que a legislação seja atendida e evitem-se assim mais prejuízos à saúde humana e do meio ambiente é necessário que seja implantada alguma forma de tratamento dos esgotos sanitários capaz de tornar esses parâmetros aceitáveis.

Considerando apenas esses dois parâmetros, DBO e coliformes (termotolerantes), é possível fazer o cálculo da eficiência de remoção necessária para que cada um deles atenda aos padrões.

$$E = \frac{S_o - S_f}{S_o} \times 100$$

Equação 16

Onde:

E= eficiência de remoção (%);

S_o= concentração inicial;

S_f= concentração final.

A fim de calcular uma remoção que seja satisfatória para todo o período em questão - de 2016 a 2036 - é necessário adotar o maior valor de concentração de DBO estimado. Para a sede, esse valor acontece em 2016.



Dessa forma, através da Equação 16, temos para DBO:

$$E = \frac{425,83 - 5}{425,83} \times 100 = 98,8\%$$

Para o distrito de Estevão do Araújo o maior valor também acontece em 2016. A partir da equação, temos:

$$E = \frac{426,29 - 5}{426,29} \times 100 = 98,8\%$$

Ou seja, para que o lançamento dos esgotos sanitários do município esteja de acordo com a legislação vigente, é necessário que os mesmos passem por um processo de tratamento que seja capaz de remover, no mínimo, 98,8% da concentração de DBO.

Da mesma forma, para calcular a eficiência de remoção necessária de coliformes (termotolerantes) é preciso adotar o maior valor estimado neste período. O maior valor dessa concentração para a sede aparece em 2016. Então, temos:

$$E = \frac{7.885.743,00 - 100.000}{7.885.743,00} \times 100 = 98,7\%$$

Para o distrito, temos:

$$E = \frac{7.894.174,35 - 100.000}{7.894.174,35} \times 100 = 98,7\%$$

Sendo assim, os lançamentos dos esgotos sanitários do município só poderão ser feitos, caso sofram um processo de tratamento capaz de remover mais de 98,7% da concentração de coliformes termotolerantes.

Vale frisar que os processos de remoção de DBO e de coliformes (termotolerantes) são diferentes. A remoção da DBO é feita por meio de degradação biológica e a de coliformes (termotolerantes) acontece por meio de desinfecção.

Portanto, o sistema de tratamento necessário para os esgotos sanitários do município, tanto sede quanto distrito, deve conter esses dois processos: tratamento biológico e desinfecção. Somente dessa forma, o lançamento dos efluentes nos corpos receptores estará de acordo com a legislação vigente.



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 Araponga 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 atender 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.

Levando em consideração a distância entre o distrito e a sede, fica pouco viável que os esgotos sanitários dos distritos e da sede sejam tratados em um mesmo local. Isso acontece porque as distâncias são grandes e demandaria a 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 em cada um dos distritos do município.

O município já conta com uma ETE instalada e operante, porém apenas o esgoto sanitário coletado na sede é enviado para a estação. A ETE consiste em uma grade de retenção de sólidos grosseiros, caixa de areia, reator anaeróbio, decantador e leitos de secagem de lodo, além de coletor de gases



gerados no processo. Apesar de o município já contar com uma ETE, é importante atentar-se para a capacidade de tratamento da mesma. É necessário que esta ETE seja capaz de tratar a vazão de fim de plano (5,02 L/s). Além disso, deve-se verificar a eficiência de remoção de DBO da ETE em questão e também se é feita a desinfecção de modo a obter os as características aceitáveis pela legislação.

A Figura 2 mostra o local onde está instalada a ETE do município.

Figura 2 - Localização da Estação de Tratamento de Esgoto



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

Para as localidades mais afastadas, distrito e áreas rurais, que atualmente usam fossas rudimentares ou enviam os esgotos *in natura* para os corpos hídricos, pode-se optar por fossas sépticas, como forma de tratamento de esgoto. 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 (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 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, 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 - SES. 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 esgoto 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 ou um tanque pulmão para possibilitar a operação do 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 SES 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 sistema.

- **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 SES pode levar à interrupção local da coleta, afastamento e tratamento de esgoto.

2.3. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

2.3.1. 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 21 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).



Quadro 21 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.

	Medidas	Objetivo das 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	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
	Macro-drenagem	Canais: naturais ou artificiais	X	x	x	x
		Dissipadore 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 diagnóstico do sistema de drenagem urbana de Araponga, foi constatado que, devido ao perfil geomorfológico do município e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos expressivos são comuns. A consequência disto é um grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, que pode agravar ou causar episódios de enchente, outro problema comum no município. Também foi identificado risco de escorregamentos, o que coloca em risco a segurança da população.



Neste contexto, é importante a recuperação das áreas degradadas por erosão e/ou escorregamentos através de medidas mecânicas, como o retaludamento; estruturais, como o aterramento com obras hidráulicas; ecológicas, como a revegetação; ou ainda de bioengenharia.

Da mesma maneira, é fundamental a adoção de medidas visando à prevenção da ocorrência de erosão e assoreamento. Neste sentido, recomenda-se a revegetação de áreas desmatadas, especialmente de APPs (Áreas de Preservação Permanente); a instalação de dissipadores de energia, principalmente nos pontos de lançamento de drenagem; entre outras medidas que visem diminuir a força erosiva das águas pluviais ou ainda reduzir o escoamento superficial, aumentando a infiltração no solo.

É importante que todas as medidas citadas sejam tomadas juntamente ao planejamento do uso e da ocupação do solo do município, que será discutido mais detalhadamente adiante.

2.3.2. 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 quanto à geração dos 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.



2.3.3. 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 22.

Quadro 22 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

Bacias	Detenção e Retenção	
	Infiltração	
Obras lineares	Detenção/Retenção e Infiltração	
	Trincheiras	
	Valas e Valetas	
Obras pontuais	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 tem-se as bacias de retenção/detenção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 22 (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 verificou que há histórico de enchentes, tanto na sede quanto no distrito de Estevão de Araújo. Desta forma, é imprescindível a adoção de medidas que atuem no controle do escoamento superficial.

Primeiramente, propõe-se a elaboração de um cadastro da rede de drenagem da sede e dos distritos, visto que o município não possui este tipo de informação sistematizada. O cadastro da rede de drenagem é um instrumento fundamental para o gerenciamento do sistema de micro e macrodrenagem, permitindo uma avaliação mais precisa das deficiências do sistema, subsidiando o planejamento da manutenção preventiva e facilitando a manutenção corretiva.

A partir da elaboração deste cadastro, propõe-se expansão e melhoria da rede de microdrenagem. Além disso, é necessário realizar um planejamento da manutenção da rede de micro e macrodrenagem, a qual ainda é realizada apenas em situações emergenciais.

Para o controle de enchentes, a Prefeitura pode considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detenção e/ou infiltração para diminuir os picos de vazão que as provocam. Da mesma maneira, é interessante a adoção de instrumentos eficazes que promovam retenção e percolação no solo das águas pluviais, tais como valos de infiltração, que consistem em sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas e conjuntos habitacionais.

Assim como no caso das medidas de controle de erosão e assoreamento, para o disciplinamento do escoamento superficial, é importante a combinação de medidas estruturais e não estruturais, como o planejamento do uso e da ocupação do solo do município, que será discutido mais detalhadamente adiante.

2.3.4. 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.

Embora constitucionalmente o município de Araponga não seja obrigado a elaborar um Plano Diretor, aconselha-se a estruturação desse instrumento, como forma de se regular a ocupação e uso do solo, não apenas nas áreas de fundo de vale como em todo o município, evitando a aceleração dos processos erosivos, o consequente assoreamento dos corpos hídricos e, por conseguinte, a ocorrência de enchentes.



2.3.5. 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.

2.3.5.1. 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.

2.3.5.2. 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.

2.3.5.3. 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 de RSU, *per capita* em relação à população urbana, por faixa populacional utilizada nesta projeção é de 0,81kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes de acordo com MMA (2012). O Quadro 23 apresenta a projeção da geração de resíduos ano a ano para o horizonte de planejamento.

Quadro 23 - 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	3.307	5.066	8.373	6,8	2.475,5
2016	3.352	5.018	8.370	6,8	2.474,6
2017	3.397	4.983	8.380	6,8	2.477,5
2018	3.442	4.937	8.379	6,8	2.477,3
2019	3.494	4.895	8.389	6,8	2.480,2
2020	3.538	4.844	8.382	6,8	2.478,1
2021	3.592	4.808	8.400	6,8	2.483,5
2022	3.645	4.758	8.403	6,8	2.484,3
2023	3.701	4.719	8.420	6,8	2.489,4
2024	3.748	4.676	8.424	6,8	2.490,6
2025	3.795	4.636	8.431	6,8	2.492,6
2026	3.850	4.596	8.446	6,8	2.497,1
2027	3.894	4.546	8.440	6,8	2.495,3
2028	3.954	4.511	8.465	6,9	2.502,7



Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2029	4.005	4.449	8.454	6,8	2.499,4
2030	4.051	4.402	8.453	6,8	2.499,1
2031	4.091	4.353	8.444	6,8	2.496,5
2032	4.131	4.311	8.442	6,8	2.495,9
2033	4.175	4.269	8.444	6,8	2.496,5
2034	4.213	4.205	8.418	6,8	2.488,8
2035	4.246	4.162	8.408	6,8	2.485,8
2036	4.290	4.126	8.416	6,8	2.488,2

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). O Quadro 24 apresenta a composição gravimétrica típica dos resíduos urbanos gerados no Brasil.

Quadro 24 - 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).



Considerou-se a média nacional de resíduos recicláveis na massa de resíduos gerados de 31,9% para projetar uma redução de 70% desse tipo de resíduo a ser enviado à disposição final em aterro sanitário até o ano de 2036, conforme mostrado no Quadro 25. Assim, o quadro 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 25 - 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	2.475	790	0	0	2.475
2016	2.475	789	3	26	2.448
2017	2.478	790	7	53	2.425
2018	2.477	790	10	79	2.398
2019	2.480	791	13	105	2.375
2020	2.478	791	17	132	2.346
2021	2.483	792	20	158	2.325
2022	2.484	793	23	185	2.299
2023	2.489	794	27	212	2.278
2024	2.491	794	30	238	2.252
2025	2.493	795	33	265	2.228
2026	2.497	797	37	292	2.205
2027	2.495	796	40	318	2.177
2028	2.503	798	43	346	2.157
2029	2.499	797	47	372	2.127
2030	2.499	797	50	399	2.101
2031	2.496	796	53	425	2.072
2032	2.496	796	57	451	2.045
2033	2.496	796	60	478	2.019
2034	2.489	794	63	503	1.986
2035	2.486	793	67	529	1.957
2036	2.488	794	70	556	1.933

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 24, 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 26 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 26 - 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	2.475	1.272	0	0	2.475
2016	2.475	1.272	3	36	2.438
2017	2.478	1.273	6	73	2.405
2018	2.477	1.273	9	109	2.368
2019	2.480	1.275	11	146	2.335
2020	2.478	1.274	14	182	2.296
2021	2.483	1.276	17	219	2.265
2022	2.484	1.277	20	255	2.229
2023	2.489	1.280	23	292	2.197
2024	2.491	1.280	26	329	2.161
2025	2.493	1.281	29	366	2.127
2026	2.497	1.283	31	403	2.094
2027	2.495	1.283	34	440	2.056
2028	2.503	1.286	37	478	2.025



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)
2029	2.499	1.285	40	514	1.986
2030	2.499	1.285	43	551	1.949
2031	2.496	1.283	46	587	1.910
2032	2.496	1.283	49	623	1.873
2033	2.496	1.283	51	660	1.837
2034	2.489	1.279	54	694	1.794
2035	2.486	1.278	57	730	1.756
2036	2.488	1.279	60	767	1.721

2.4.1.4. Rejeitos

Os rejeitos podem ser definidos como resíduos sólidos que não podem ser aproveitados, cuja disposição final ambientalmente adequada é 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 disposto em aterros.

O Quadro 27 apresenta o cenário projetado para Araponga em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.

Quadro 27 - 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	2.475	0	0	2.475	0
2016	2.475	26	36	2.412	3
2017	2.478	53	73	2.352	5
2018	2.477	79	109	2.289	8
2019	2.480	105	146	2.229	10
2020	2.478	132	182	2.164	13
2021	2.483	158	219	2.106	15
2022	2.484	185	255	2.044	18
2023	2.489	212	292	1.985	20



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 (%)
2024	2.491	238	329	1.923	23
2025	2.493	265	366	1.862	25
2026	2.497	292	403	1.802	28
2027	2.495	318	440	1.737	30
2028	2.503	346	478	1.679	33
2029	2.499	372	514	1.613	35
2030	2.499	399	551	1.550	38
2031	2.496	425	587	1.485	41
2032	2.496	451	623	1.422	43
2033	2.496	478	660	1.359	46
2034	2.489	503	694	1.292	48
2035	2.486	529	730	1.227	51
2036	2.488	556	767	1.165	53

Fonte: SHS, 2015

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 27, 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 aumentaria gradativamente ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2036, 2.488ton/ano. Este aumento reduziria progressivamente a vida útil do aterro sanitário e, da mesma forma, elevaria os custos de disposição final. No entanto, caso atingidas as metas de reciclagem dos resíduos recicláveis secos e orgânicos, haveria uma redução gradativa, porém expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de até 53% para 2036, sendo enviado para disposição final apenas 1.165ton/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.

2.4.2. 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 28 apresenta as despesas e receitas associadas à prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Araponga nos anos de 2012 e 2013 conforme dados do SNIS.

Quadro 28 - Informações sobre o manejo de resíduos sólidos

Descrição	Unidade	Ano de Referência	
		2012	2013
Receita orçada com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	S/I	S/I
Receita arrecadada com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	S/I	S/I
Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU	R\$/ano	S/I	S/I
Despesa total com a coleta de RSS	R\$/ano	S/I	S/I
Despesa total com o serviço de varrição	R\$/ano	S/I	S/I
Despesa total com todos os agentes executores dos demais serviços quando não especificados em campos próprios	R\$/ano	S/I	S/I
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$/ano	45.799,88	76.765,70
Resultado	R\$/ano	-45.799,88	-76.765,70

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 (2012, 2013)



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 necessário rever a forma de cobrança adotada. 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

Também faz parte da isonomia 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).

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 conseqüentemente 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

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: “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”.

Portanto, taxa, além de espécie de tributo, é espécie de tributo vinculado quanto à hipótese de incidência. Ela é oriunda de uma atividade estatal especificamente referida e disponibilizada ao contribuinte. Essa característica é que constitui a hipótese de incidência. A taxa provém de um exercício regular de poder de polícia ou uma prestação, efetiva ou potencial de serviço público específico e divisível.

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. Assim, nada impede que haja uma taxa de coleta de lixo, pois nesse caso o serviço é fruído em separado.

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 Araponga no ano de 2013. Segundo o IBGE, a população da área urbana do município em 2013 era de 3.212 habitantes. Considerando uma média de 3,3 habitantes por domicílio, estima-se que havia 973 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\$76.765,70), calculado com base nos dados do SNIS, pelo número estimado de domicílios atendidos, a taxa anual de coleta de lixo seria de R\$78,90.

Este modelo, embora vantajoso por sua simplicidade, não considera a capacidade de pagamento do contribuinte e não diferencia o grande gerador de resíduos sólidos dos geradores de porte “normal” ou doméstico”, os quais geram volumes significativamente menores de resíduos. Desta maneira, o IBAM (2001) recomenda que sejam considerados outros fatores, como o fator social, que é função do poder aquisitivo médio dos moradores e 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, industrial, 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 100L/dia.

Para esse 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:

$$Taxa_{Lixo (P)} (R\$) = \frac{\text{custos com a coleta convencional (R\$)}}{n^{\circ} \text{ de usuários (residências, comércios e serviços)}}$$

Para os geradores que não ultrapassam 100L/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 e e resíduos inócuos de estabelecimentos industriais
- Restos de limpeza e de poda de jardim, desde que caibam em recipientes de 100L;
- Restos de móveis, de colchões, de utensílios, de mudanças e outros similares, em pedaços, que fiquem contidos em recipiente de até 100L;
- Animais mortos, de pequeno porte.

Médio gerador

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

Para geradores de deste 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 100L/dia;
- restos de limpeza e de poda que excedam o volume de 100L;
- resíduos industriais ou comerciais, não perigosos, de volume superior a 100L;
- entulho, terra e sobras de materiais de construção de volume superior a 50L.



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 imóvel. 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 (domiciliar, comercial ou industrial) do imóvel; 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.

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

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando UFM = R\$20,00 e os fatores de referência da Tabela 1, 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 1 - 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 100m² de cada zona determinada (Tabela 2).



Tabela 2 - Simulação das taxas de coleta de lixo baseadas na área construída do imóvel

Zona	Fator de referência	Área construída (m ²)	Taxa anual de coleta de lixo	Taxa mensal de coleta de lixo
residencial 1	0,05	50	R\$ 50,00	R\$ 4,17
residencial 1	0,05	100	R\$ 100,00	R\$ 8,33
residencial 2	0,10	50	R\$ 100,00	R\$ 8,33
residencial 2	0,10	100	R\$ 200,00	R\$ 16,67
residencial 3	0,15	50	R\$ 150,00	R\$ 12,50
residencial 3	0,15	100	R\$ 300,00	R\$ 25,00
comercial 1	0,20	50	R\$ 200,00	R\$ 16,67
comercial 1	0,20	100	R\$ 400,00	R\$ 33,33
comercial 2	0,30	50	R\$ 300,00	R\$ 25,00
comercial 2	0,30	100	R\$ 600,00	R\$ 50,00

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 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 (ou domicílios) no cálculo da taxa de coleta de lixo, como na equação a seguir.

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

É possível simular quanto teria sido esta taxa no município de Araponga 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 3.212 habitantes, total de 956 domicílios e custo total dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de R\$76.765,70. 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 (110,3L/hab.dia), resultando em um total de 129.313m³ 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 50, 100, 150 e 200m³ (Tabela 3). 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 3 - Simulação das taxas de coleta de resíduos sólidos baseadas no consumo de água

Consumo anual de água da economia (m ³)	Taxa anual de coleta de lixo urbano	Taxa mensal de coleta de lixo urbano
50	R\$ 29,68	R\$ 2,47
100	R\$ 59,36	R\$ 4,94
150	R\$ 89,04	R\$ 7,41
200	R\$ 118,73	R\$ 9,89

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:

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



Onde o fator água se dá pela seguinte equação:

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

A fim de ilustrar a metodologia, foi realizada uma simulação considerando os fatores de referência da Tabela 4.

Tabela 4 - 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	0,30
B	residencial 2	0,60
C	residencial 3	0,90
D	comercial 1	1,00
E	comercial 2	1,50

Fonte: SHS (2015)

Assim, foram simuladas as taxas calculadas por este método para economias hipotéticas de 100m² de área construída de cada zona determinada. Para os imóveis residenciais, os cálculos foram realizados considerando-se dois valores de consumos anual de água diferentes: 100 e 200m³. Já para os imóveis comerciais, foram considerados 150 e 300m³. Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Fatores de referência hipotéticos para o cálculo da taxa de coleta de lixo baseado no consumo de água

Zona	FR	Área (m ²)	Consumo de água (m ³)	Taxa anual	Taxa mensal
residencial 1	0,30	100	100	R\$ 48,14	R\$ 4,01
residencial 1	0,30	100	200	R\$ 66,27	R\$ 5,52
residencial 2	0,60	100	100	R\$ 78,14	R\$ 6,51
residencial 2	0,60	100	200	R\$ 96,27	R\$ 8,02
residencial 3	0,90	100	100	R\$ 108,14	R\$ 9,01
residencial 3	0,90	100	200	R\$ 126,27	R\$ 10,52
comercial 1	1,00	100	150	R\$ 127,21	R\$ 10,60
comercial 1	1,00	100	300	R\$ 154,41	R\$ 12,87
comercial 2	1,50	100	150	R\$ 177,21	R\$ 14,77
comercial 2	1,50	100	300	R\$ 204,41	R\$ 17,03

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 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. 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.

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 Arapongá 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:
 - o 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;
 - NBR 15849/10 - Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
-
- Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto 7.404/10;
 - Estudo de alternativas locacionais para Aterros Sanitários, (JARDIM, 1995);
 - Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM-SEDU),
 - Documento de orientação de Limpeza Pública - MINTER/CNDU/CETESB;
 - Lei Federal nº 9.985/2.000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza;
 - RESOLUÇÃO Nº 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.
 - Estudo intitulado: Metodologia de Investigação de Áreas para Implantação de Aterro Sanitário Utilizando Técnicas de Geoprocessamento (OTERO, 2013).

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 200 metros de qualquer coleção hídrica (NBR 13896/97 e NBR 15849/10);
- 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 e NBR 15849/10);
- 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 (CONAMA Nº404, NBR15849/97);
- 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;
- Não deve se escolhida áreas que tenham recorrência de inundação, em períodos de recorrência de 100 anos; (NBR 13896/97 e NBR 15849/10).



A Figura 3 resume a aplicação dos critérios estabelecidos por legislações, regulamentações e normas técnicas específicas para escolha da localização da área para instalação do aterro sanitário.

Figura 3 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área



Fonte: Adaptado de FEAM, 2008

O governo do Estado de Minas, a partir do Decreto nº 38.319, de 27 de setembro de 1996, implementou a Unidade de Conservação denominada Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, nos municípios de Fervedouro, Miradouro, Ervália, **Araponga**, Sericita, Matipó e Divino, subordinado ao Instituto Estadual de Florestas - IEF.

Considerando a necessidade de regulamentar os procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental que afetem as Unidades de Conservação específicas ou suas zonas de amortecimento, o CONAMA através da Resolução N° 428/2010, estabelece em seu primeiro artigo Art. 1º O licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC.



Sendo assim a instalação de um empreendimento do porte de um aterro, dentro da UC ou na ZA, é necessária autorização dos órgãos executores do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC).

O Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro define a Zona de Amortecimento deste como sendo o limite de 10km ao redor do parque. Esta área foi então excluída para a escolha das alternativas de instalação de aterro sanitário, por ser Zona de Amortecimento da UC assim como, ao mesmo tempo, representar uma área muito montanhosa e de altas declividades.

O município implementou em 1998, através da Lei Municipal Nº 490, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Araponga. Não foi encontrada qualquer regulamentação quanto à definição de uma Zona de Amortecimento para esta UC, sendo que, de acordo com o SNUC, APAs não são obrigadas a apresentarem tal zoneamento. De qualquer forma, a área desta UC está incluída dentro da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro que foi considerada excluída para a análise de alternativas para instalação de aterro sanitário.

2.4.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Araponga

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM - SEDU, explicada no Quadro 29, além de dados projetacionais utilizados para estimar a área: Os parâmetros utilizados foram:

- nº de habitantes do município estimado para 2036: 8.416 habitantes;
- Produção de resíduos estimada para todo o município, incluindo zona rural em 2036: cerca de 6,8 toneladas/dia em todo o município.



Quadro 29 - 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		Área necessária m ²
6,8	x 560	3808

Fonte: IBAM - SEDU

Conforme apresentado no Quadro 29, para o montante de resíduos gerados em Araponga será necessária uma área de aproximadamente 3808m² 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, assim como também de áreas com declividade superior a 30%, 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 preferência, durante a escolha, de locais próximos à malha viária. O terceiro fator limitante é o Parque Estadual e a Área de Proteção Ambiental.

Feitas tais considerações, a presente análise, que deve ser considerada apenas preliminarmente¹, resultou na sugestão de três áreas, segundo suas coordenadas 23K UTM, cujas localizações são mostradas a seguir na Figura 4 e Figura 5.

Área 1: 754523mE; 7718353mS;

Área 2: 754707mE; 7716917mS;

Área 3: 756208mE; 7713975mS

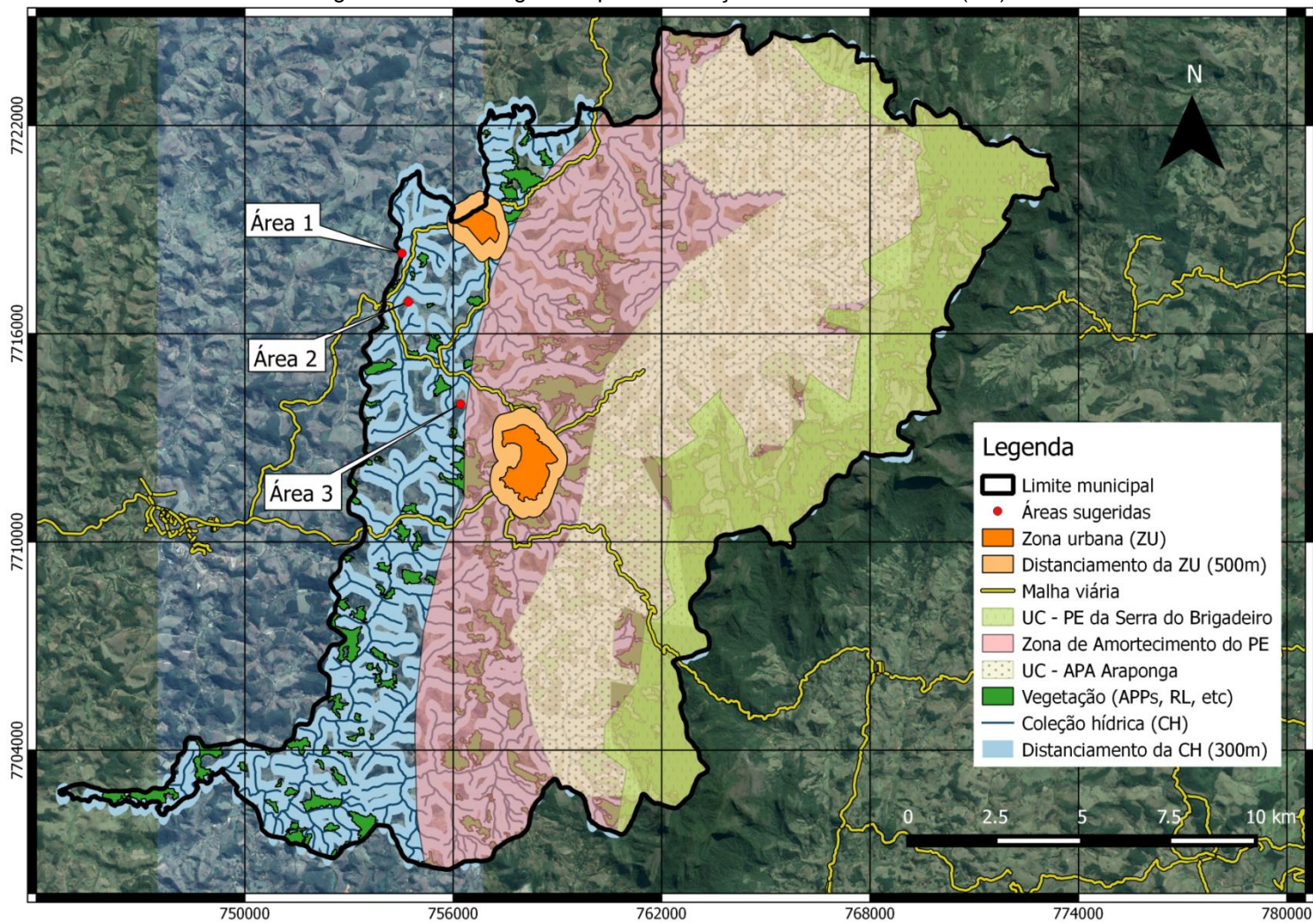
¹ É preciso considerar uma série de estudos necessários para escolha final do local adequado, como análises geotécnicas definidas por normas técnicas específicas.



A Figura 4 evidencia que a sugestão das áreas foi feita respeitando as normas citadas anteriormente, onde podemos perceber a grande coleção hídrica pertencente ao município, bem como as Unidades de Conservação e seus respectivos distanciamentos necessários, já a Figura 5 facilita a visualização das áreas sugeridas com pouca interferência visual.



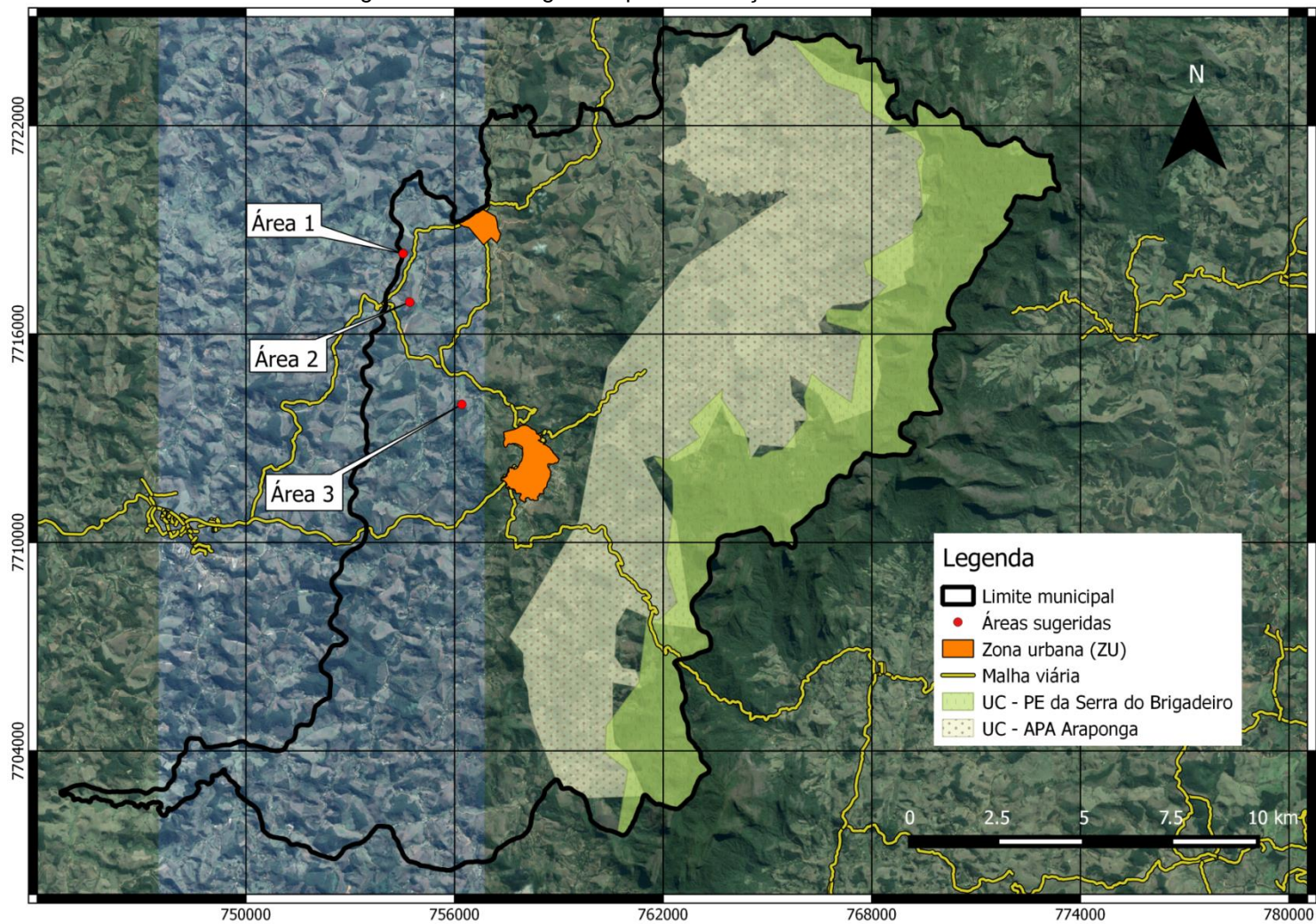
Figura 4 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (AS)



Fonte: Google Earth©, SHS (2015)



Figura 5 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário



Fonte: Google Earth, SHS (2015)



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

Os critérios para projeto e implantação de um aterro para resíduos inertes, (classe II segundo NBR 10.004/2004), são orientados pela Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Complementada pela Resolução CONAMA nº 488, a Resolução nº307/02, em seu art. 3º, classifica os resíduos da construção civil (RCC) da seguinte forma:

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

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

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

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, demanda, anteriormente a um aterro de resíduos inertes, a instalação de uma área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos



volumosos (ATT), o que obriga os gestores a *definir a localidade da ATT, podendo ser próxima, em conjunto ou distante do aterro.*

Após definida a área necessária para o aterro, será então preciso seguir alguns critérios para o projeto e implantação do mesmo, previstos nas leis e normas técnicas listadas a seguir:

- 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.
- NBR 15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

A Resolução CONAMA nº 307/02 alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 define como critérios para a área a ser utilizada para aterros de inertes:

“... 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”.

A NBR 15113/2004 - *Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação*, a qual dispõe que para a avaliação da adequabilidade de um local os seguintes aspectos devem ser observados: a) geologia e tipos de solos existentes; b) hidrologia; c) passivo ambiental; d) vegetação; e) vias de acesso; f) área e volume disponíveis e vida útil; g) distância de núcleos populacionais.



A NBR 13896/97 – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação – procedimento, propõe algumas considerações indispensáveis, entre as quais se destacam:

- Critérios para localização:
 - O local utilizado para a implantação de aterros de resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes 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.

- Parâmetros técnicos a serem avaliados:
 - a) Topografia- característica de fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção e instalação. Recomenda-se que sejam adotados 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 a inundações, em 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 a predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;
- d) os aterros só podem ser construídos em conformidade com a legislação local de uso e ocupação do solo.

Já a escolha para instalação de uma área de triagem e transbordo (ATT), definida pela NBR 15112/04, é meramente econômica e estratégica, já que se trata de uma atividade 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, se 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, 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 91% 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 Araponga, 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 367kg/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 Araponga. No Quadro 30, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 30 - Projeção de geração de RCD de Araponga

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m ³ /ano	m ³ /mês
2015	3.072,9	2.560,7	213,4
2016	3.071,8	2.559,8	213,3
2017	3.075,5	2.562,9	213,6



Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m³/ano	m³/mês
2018	3.075,1	2.562,6	213,5
2019	3.078,8	2.565,6	213,8
2020	3.076,2	2.563,5	213,6
2021	3.082,8	2.569,0	214,1
2022	3.083,9	2.569,9	214,2
2023	3.090,1	2.575,1	214,6
2024	3.091,6	2.576,3	214,7
2025	3.094,2	2.578,5	214,9
2026	3.099,7	2.583,1	215,3
2027	3.097,5	2.581,2	215,1
2028	3.106,7	2.588,9	215,7
2029	3.102,6	2.585,5	215,5
2030	3.102,3	2.585,2	215,4
2031	3.098,9	2.582,5	215,2
2032	3.098,2	2.581,8	215,2
2033	3.098,9	2.582,5	215,2
2034	3.089,4	2.574,5	214,5
2035	3.085,7	2.571,4	214,3
2036	3.088,7	2.573,9	214,5

Como é possível notar no Quadro 30, a geração de RCD estimada para o município em 2036 de 3.089 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 esta 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 à reciclagem de RCD;
- Investir em soluções consorciadas com outros municípios.

Vale salientar que, considerando apenas o número de habitantes dos municípios da região de Araponga, 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 2.3.5.

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 31 apresenta as possibilidades de gestão dos serviços de saneamento segundo estes três modelos.

Quadro 31 - Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico

Público	<ul style="list-style-type: none">• Pelo município, próprio ente titular da atividade:<ul style="list-style-type: none">○ 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• Por parcerias público-privadas. (o Estado participa, integral ou parcialmente da remuneração do concessionário)<ul style="list-style-type: none">○ 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).



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, conseqüentemente 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 início em 1969. Esse modelo é utilizado por cerca de 70% dos municípios do país.



3.1.1.5. Gestão Associada

A Gestão Associada corresponde ao exercício das atividades de planejamento, regulação ou fiscalização de serviços públicos por meio de consórcio público ou de convênios de cooperação entre entes federados.

A criação dos consórcios públicos e dos 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 de 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.
- ✓ Melhora a capacidade técnica, gerencial e financeira de pequenos municípios.
- ✓ Viabiliza uma solução única e centralizada para diversos municípios.
- ✓ Dispensa a licitação no caso de contratação pela Administração Direta e Indireta.



- ✓ Possibilita a 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.

A principal desvantagem é a complexidade e o rigor exigidos para a implementação e operação de um consórcio público.

Para o cumprimento dos objetivos do consórcio público pode ser utilizado, entre outros instrumentos, o convênio. A partir dele 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 avaliação e controle de serviços públicos.

Embasados na Lei dos Consórcios Públicos, os convênios tem por 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.

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 (sanções) 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

3.3.1.1. Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

Quadro 32 - 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.

Quadro 33 - 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.

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.



Regras de transporte segundo a Resolução CONAMA nº 375/06

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.

Quadro 34 - Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Regras de Disposição Final

Regras de disposição final segundo a Resolução CONAMA nº 375/06

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 nº 375 de 2006.

O art. 15 da Resolução CONAMA nº 375/06 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 35 - 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.

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 nº 12.305 de 2010.



Quadro 36 - 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 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.



Quadro 37 - 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.



Quadro 38 - 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 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.



Quadro 39 - 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.



Quadro 40 - 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

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.



3.3.1.3. Resíduos dos Serviços de Saúde

Quadro 41 - 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.



Classificação dos RSS segundo a Resolução RDC nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005.

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.

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.



Quadro 42 - 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 substância 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 RESÍDUOS 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.



Quadro 43 - 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 RESÍDUOS ORGÂNICOS.

Os resíduos do Grupo E, de risco perfurocortante são acondicionados em caixa rígida específica.

O material utilizado para o acondicionamento dos resíduos deverá ser resistente à ruptura e vazamento, impermeável, estando de acordo com a NBR 9191/2000 da ABNT.

Quadro 44 - 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 transportá-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.



Quadro 45 - 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.



Quadro 46 - 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 microondas. 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 microondas 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 47 - 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, 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.



Quadro 48 - 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.



Quadro 49 - 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

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.

3.3.1.4. Resíduos de Mineração

Segundo a Lei nº 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 50 - 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.



3.3.1.5. Resíduos de Construção Civil

Quadro 51 - 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 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, meio-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.

Quadro 52 - 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.



Quadro 53 - 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.

Quadro 54 - 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.



Quadro 55 - 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 minerárias no Estado de Minas Gerais.



3.3.1.6. Resíduos Agrossilvopastoris - Embalagens de agrotóxicos

Quadro 56 - 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.

Quadro 57 - 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.

Quadro 58 - 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.



Quadro 59 - Resíduos Agrossilvopastoris - Regras de Licenciamento.

Regras de licenciamento segunda 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. 2º 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. 5º da CONAMA nº 334/03, exigindo-os, a seu critério, em cada uma de suas etapas.



Quadro 60 - 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.



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. 5º O órgão ambiental competente exigirá para o licenciamento ambiental de postoe 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 nº 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 perigoso e inertes (Classe II-B), sendo que este último ocorre apenas em alguns casos.

Quadro 61 - 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.



Quadro 62 - 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.

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 63 - 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.

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.



Quadro 64 - 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 65 - 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 66 - 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.



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, 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 nº 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 homologado 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 e 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 à revisão periodicamente.

Procedimentos de controle e fiscalização

Para a coleta e transporte de resíduos domiciliares:

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.

- 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 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 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 e disposição final do resíduo.

Para os resíduos especiais (sujeitos a Logística Reversa):

- a) Planejar 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) Fiscalizar o processo e andamento das ações de Logística Reversa;
- c) 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;
- d) 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;



- e) 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;
- f) 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;
- g) 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:

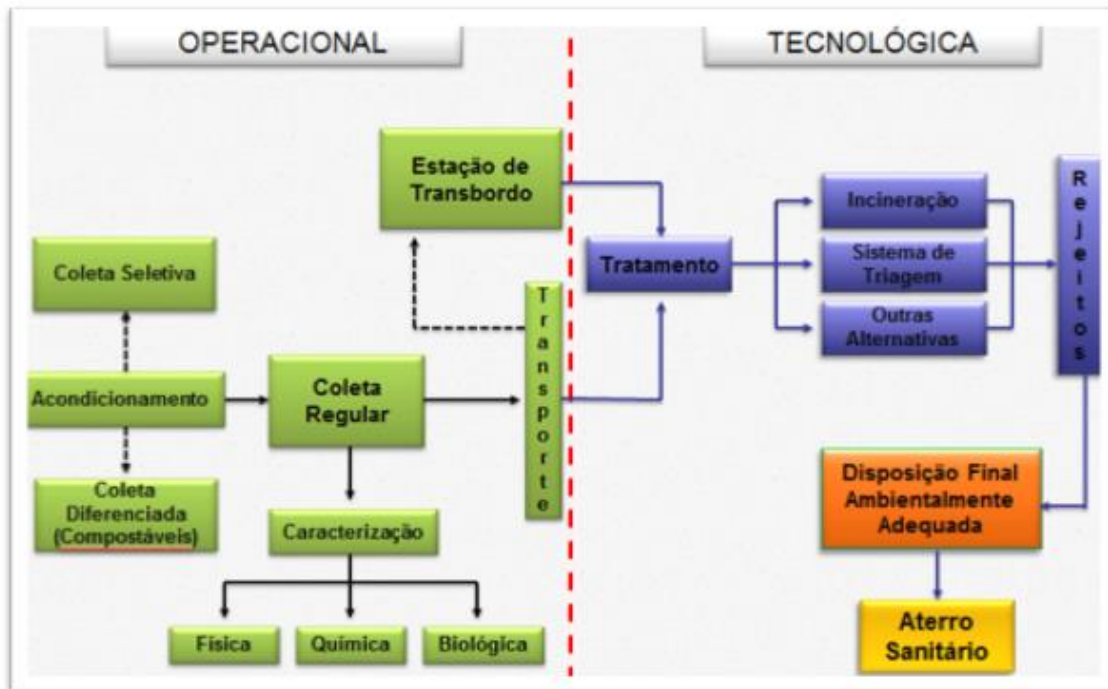
- Coleta;
- Transbordo/Transporte;
- Triagem para fins de reuso ou reciclagem;
- Tratamento, inclusive por compostagem;
- Disposição final;
- Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos;
- Outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

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 6.

Figura 6 - Gestão dos Resíduos Domiciliares



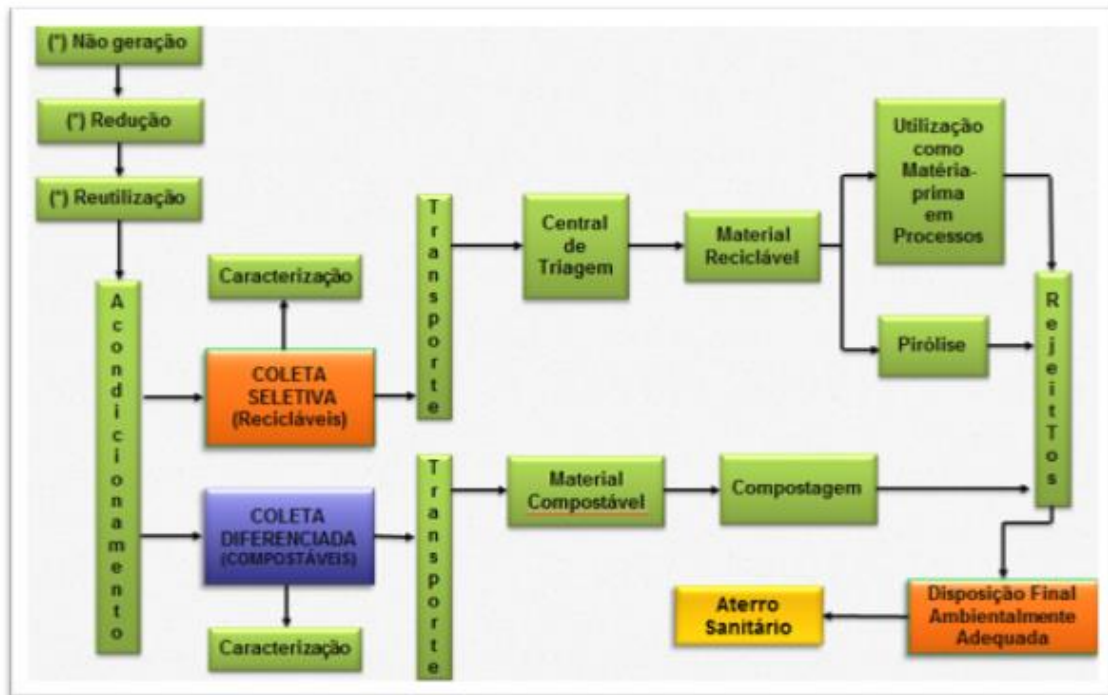
Fonte: Schalch (2002).

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 à 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 7).



Figura 7 - 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 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.

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 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 e 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.

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 67 - 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: <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- 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.

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 conhecimento técnico, diagnósticos, 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 Araponga 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 mobilização 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 Araponga. Neste sentido, a análise SWOT permite a avaliação das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças atuantes sobre o sistema de saneamento básico de Araponga, 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).

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 a 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 68 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Araponga, 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 68 - Matriz para a análise SWOT do sistema de Saneamento Básico Municipal de Araponga considerando os 4 eixos ou setores.

	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Existência da Secretaria Municipal de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte.</p> <p>2. Sistema de Informações - COPASA possui procedimentos para sistematizar dados do SAA.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Plano Diretor Municipal em fase de elaboração</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico</p> <p>2. Sistema de Informações</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos</p> <p>5. Controle e mobilização social</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Não há articulação dos 4 eixos do Saneamento Básico</p> <p>2. Sistema de Informações - Faltam procedimentos sistemáticos para a coleta de dados do sistema de drenagem urbana, esgotamento sanitário e de gestão e manejo de resíduos sólidos.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Ausência de legislação de regulamentação para uso e ocupação do solo aprovado.</p> <p>5. Controle e mobilização social: - Não há canais de comunicação entre os usuários dos serviços de Saneamento Básico.</p>
	OPORTUNIDADES	ITENS DE REFLEXÃO	AMEAÇAS
Ambiente Externo	<p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos - Proximidade com cursos d'água, o que facilita a captação superficial para fins de abastecimento humano.</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico</p> <p>2. Sistema de Informações</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos</p> <p>5. Controle e mobilização social</p>	<p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Ainda ocorrem ocupações em áreas com processos erosivos acentuados no município; - Há lançamento de esgoto nos corpos d'água e nas redes de drenagem do município - APPs não conservadas - Malha urbana se desenvolveu próxima da área inundável do ribeirão Félix e córrego Santo Antonio</p> <p>5. Controle e mobilização social - A população está desmobilizada para assumir seu papel de formuladora de políticas públicas.</p>



A partir da avaliação dos aspectos apresentados no Quadro 68, 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 Araponga, conforme a metodologia mencionada anteriormente: o cenário previsível e o cenário normativo. Os cenários assim configurados estão apresentados no Quadro 69.

Quadro 69 - Cenários *Previsível* e *Normativo* configurados para o Sistema de Saneamento Básico de Araponga

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Secretaria Municipal de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte ainda não articula os 4 eixos do Saneamento Básico, porém faltam procedimentos sistemáticos para a coleta de dados do sistema de drenagem urbana	Secretaria Municipal de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte articula os 4 eixos do Saneamento Básico com procedimentos sistemáticos definidos para a coleta de dados do sistema de drenagem urbana e do sistema de gestão e manejo de resíduos sólidos.
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.
Ausência de fiscalização para garantir o cumprimento de leis e normas	Sistema definido de fiscalização periódica com funcionários efetivos suficientes para garantir o cumprimento de leis e normas
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 Araponga 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 confirmam 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 6 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto de forma sistematizada, além dos prazos de cada meta.



Tabela 6 - 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 confirmam 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 70 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Atendimento da demanda - Atendimento de 100% da demanda na área urbana (SNIS, 2013).</p> <p>2. Perfil Institucional - Existência da COPASA atendendo a sede e o distrito de Estevão do Araújo.</p> <p>3. Sistema Operacional - Existência de rotina de manutenção do SAA. - Áreas de captação cercadas e sinalizadas</p> <p>4. Sistema de Informações - Existência de sistematização para a coleta, armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais mantidos pela COPASA</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Há outorga para captação de águas na sede e no distrito.</p>	<p>1. Atendimento da demanda</p> <p>2. Perfil Institucional</p> <p>3. Sistema Operacional</p> <p>4. Sistema de Informações</p> <p>5. Legislação e normatização do setor</p> <p>6. Sustentabilidade econômica</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>3. 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;</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Existência da cobrança pelo uso da água.</p>		<p>AMEAÇAS</p> <p>3. Sistema Operacional - Área próxima à captação com APPs não conservadas.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Sistema trabalha em déficit financeiro.</p>
Ambiente Externo			



Considerando-se todas estas questões, partiu-se para a construção dos cenários previsível e normativo para o setor de água de abastecimento de Araponga. O resultado está mostrado no Quadro 71.

Quadro 71 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema abastecimento de água

Cenário Previsível	Cenário Normativo
100% de atendimento 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.
Existência de rotina de manutenção do sistema de abastecimento de água do município	Manutenção preventiva periódica em todas as operações do SAA
Áreas próximas às captações com APPs não conservadas	Áreas próximas às captações com APPs devidamente conservadas

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 Araponga 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 Araponga 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 7 estão apresentados os objetivos e respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Tabela 7 - 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 <i>per capita</i> mensurados	Imediato
	2.2. Manutenção do índice de perdas em 15%.	Curto
	2.3. Manutenção do índice de perdas em 15%.	Médio
	2.4. Manutenção do índice de perdas em 15%.	Longo
3. Implementar para SAA de Araponga 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 72 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 72 - Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Atendimento da demanda: - Atendimento urbano de coleta de esgotos de 100% (SNIS, 2013);</p> <p>3. Sistema Operacional: - Tratamento de 85% dos esgotos coletados da sede.</p>	<p>1. Atendimento da demanda</p> <p>2. Perfil Institucional</p> <p>3. Sistema Operacional</p> <p>4. Sistema de Informações</p> <p>5. Legislação e normatização do setor</p> <p>6. Sustentabilidade econômica</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>1. Atendimento da demanda: - Não há coleta e tratamento nas localidades da área rural.</p> <p>2. Perfil Institucional - Ausência de estrutura administrativa com responsabilidades e obrigações definidas para a gestão e o gerenciamento do SES.</p> <p>3. Sistema Operacional: - Não há tratamento do esgoto doméstico do distrito de Estevão de Araújo. Efluentes são encaminhados <i>in natura</i> aos corpos hídricos - Quadro de funcionários reduzido para o SES.</p> <p>4. Sistema de Informações - Ausência de mapeamento das redes de esgotos.</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Não há outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p>		<p>AMEAÇAS</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Não há monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes enviados aos cursos hídricos</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Não há cobrança pelo serviço prestado - Sistema trabalha atualmente em déficit.</p>
Ambiente Externo			



Considerando-se todas estas questões, partiu-se para a construção dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o setor de esgotos de Araponga. O resultado está mostrado no Quadro 73.

Quadro 73 - Descrição dos cenários previsível e normativo para o sistema esgotamento sanitário.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
100% da população do município possui seu esgoto sanitário coletado.	100% de cobertura do serviço no município.
Tratamento de 85% dos esgotos coletados da sede.	Tratamento de 100% dos esgotos gerados.
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.
Sistema de fiscalização não consegue atender a 100% do município.	Processos de fiscalização estruturados e planejados, atendendo a toda a área do município, com definição das responsabilidades e competências.
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.
Não há cobrança pelo serviço prestado	Cobrança dos serviços com tarifa socialmente referenciada

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 Araponga 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 Araponga 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 Araponga 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 8 estão apresentados os objetivos e as respectivas metas de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Tabela 8 - Objetivos e Metas do Setor de Esgotamento Sanitário

Objetivo	Metas	Prazo
1. 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas e aglomerados do município de Araponga serão atendidos com serviços de coleta, afastamento e tratamento.	1.1. Aumentar o índice de cobertura de coleta afastamento e tratamento de esgotos para 100,0% na área urbana da sede e distrito.	Imediato
	1.2 Implementar a coleta e afastamento de esgotos para 100% das comunidades rurais agrupadas.	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.	Imediato
	3.2. Ter todas as ETEs com manuais de operação e estarem operando adequadamente.	Imediato
	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 Araponga 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 74 apresenta a matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 74 - Matriz SWOT do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

	PONTOS POSITIVOS FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>3. Legislação e normatização do setor - Plano Diretor em elaboração</p>	<p>1. Perfil Institucional</p> <p>2. Sustentabilidade econômica</p> <p>3. Legislação e normatização do setor</p> <p>4. Sistema de Informações</p>	<p>1. Perfil institucional - Não há planejamento na manutenção preventiva das redes de drenagem. - Responsabilidade pela Drenagem compartilhada entre a Secretaria de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte, e o departamento de Obras e Serviços Públicos</p> <p>2. Sustentabilidade econômica - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem</p> <p>4. Sistema de Informações - Não há mapeamento da rede de drenagem no município - Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais.</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Há locais que não possuem pavimentação e rede de drenagem;</p>
Ambiente Externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Sede do município desenvolveu-se fora da área de inundação dos corpos d'água.</p>	<p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos</p>	<p>AMEAÇAS</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Ausência de legislação específica para o SDU</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Distrito desenvolveu-se próximo à área inundável dos corpos hídricos; - Existência recorrente de inundações nos distritos e na zona rural; - Áreas de Preservação Permanente (APPs) ocupadas; - Existência de áreas ocupadas com processos erosivos e risco de deslizamentos, especialmente em Estevão Araújo; - Há lançamento clandestino de esgoto nos corpos d'água; - Há lançamento clandestino de esgoto nas redes de drenagem do município.</p>



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 75.

Quadro 75 - 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.
Existência no município de locais que não possuem pavimentação e rede de drenagem	Zona urbana do município possui rede de drenagem em sua totalidade.
Há lançamento clandestino de esgoto nos corpos d'água e nas redes de drenagem do município	Programas estabelecidos para identificação e fiscalização de ligações e lançamentos clandestinos visando à extinção destes
Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem	Há controle dos gastos públicos com o setor de drenagem

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 Araponga 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 9 apresenta estes dados (cenário atual, objetivos e metas) e ainda indica os momentos em que cada meta deve atingida pelos gestores.



Tabela 9 - 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 Araponga.	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..	Curto
	1.5 Regulamentar sobre o percentual de impermeabilização dos lotes urbanos e garantir a fiscalização	Curto
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 Araponga 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 Araponga, sede e distrito.	Imediato
	4.2 Mapeamento e cadastramento (banco de dados) de 100% dos sistemas de drenagem urbana de Araponga, sede e distrito.	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 76 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

	PONTOS POSITIVOS FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS FRAQUEZAS
Ambiente Interno	2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Coleta regular na sede	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	2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Coleta regular não atende totalmente a zona rural - Não há programa estruturado de coleta seletiva - Existência de lixão como alternativa de disposição final de resíduos 3. Sustentabilidade econômica - Não há cobrança pelos serviços prestados
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES 1. Perfil institucional - Possibilidade de integrar o CIMVALPI (Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga)		AMEAÇAS 2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Infraestrutura não utilizada da UTC



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 Araponga foi possível elaborar a descrição dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o horizonte de planejamento (Quadro 77).

Quadro 77 - Descrição dos cenários *Previsível* e *Normativo* para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Coleta regular diária ocorre apenas na sede	Coleta regular não atende totalmente na zona rural
Ausência de programa de coleta seletiva, condicionando um aumento pouco significativo no índice de coleta seletiva no município, ainda realizada de maneira que os sujeitos sociais estejam desarticulados.	Coleta seletiva estruturada abrange 70% do município e é realizada de maneira que os sujeitos sociais estejam articulados
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.
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 Araponga 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 enviado 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 10 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 10 - 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. Expandir a coleta regular na zona urbana em 100%.	Imediato
	1.2. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta	Longo
	1.3. Estruturar, formalizar e implementar a coleta seletiva, atingindo 100% da zona urbana, e 50% da zona rural, incluindo catadores informais no programa	Longo
	1.4. Reestruturar o sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica, atendendo a 100% da zona urbana	Longo
	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 enviado 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. Revisão e atualização das leis promulgadas frente à PNRS.	Imediato
	5.2. Ter regulamentado o sistema de coleta seletiva	Imediato
	5.3. Ter regulamentado o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	Imediato
	5.4 Ter regulamentado a entrega anual do PGRS e de seu conteúdo mínimo.	Imediato
	5.5 Ter regulamentado a diferenciação entre pequenos e grandes geradores	Imediato
	5.6 Ter regulamentado as regras e penalidades para o disposição de resíduos sólidos.	Imediato
	5.7 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.
- _____. NBR 15849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010
- _____. NBR 15.113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação, Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR 15.112: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação, 2004.
- _____. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro,.1992.
- 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



GOVERNO FEDERAL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2012). Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Brasília - DF.

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.

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.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.

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.



- 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.
- 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.
- PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA OS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE AIMORÉS - MG. AHE Aimorés - Consórcio da Hidrelétrica de Aimorés. 2004.
- 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.
- Resolução CONAMA nº 005 de 1993 - Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
- 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 283 de 2001 - Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
- 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 313 de 2002 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
- 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.

TUCCI, C.E.M., Porto, R.L.L., Barros, M.T. Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

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.

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. 2005.