



## **PLANEJAMENTO E ESPACIALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO MUNICÍPIO DE CAETANÓPOLIS- MG**

**Cooperação técnica para elaboração do Plano Municipal de Saneamento  
Básico**

### **PRODUTO 6- RELATÓRIO CONSOLIDADO DOS EIXOS DE COMPOSIÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO**



**Caetanópolis**

**2019**



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE CAETANÓPOLIS**

CNPJ 23.221.351/0001-28

Rua Francisco Mascarenhas Ferreira, nº 159, Centro, CEP: 35770-000

Caetanópolis – MG, Tel. (31) 3714-6343

**Romário Vicente Alves Ferreira**

Prefeito Municipal

**Gilmar Lopes Fernandes**

Vice-Prefeito Municipal

**Marilene de Fátima Araújo**

Secretária de Desenvolvimento Municipal, Cultura e Esportes



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE SETE LAGOAS – UNIFEMM**

CNPJ 25.002.155/0001-98

Av. Marechal Castelo Branco, nº 2.765, Santo Antônio, CEP: 35701-242

Sete Lagoas – MG, Tel. (31) 2106-2106

**Adélio Araújo de Faria**

Representante Legal

**Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho**

Reitor



## **COMITÊ DE EXECUÇÃO**

### **Coordenação técnica**

Rafael do Carmo Oliveira

Engenheiro Civil

Registro profissional:

### **Coordenação geral**

Marilene de Fátima Araújo

Secretária de Desenvolvimento Municipal, Cultura e Esportes

Matheus Miranda da Silva

Engenheiro Ambiental

### **Apoio técnico**

Denise de Freitas Silva

Engenheira Agrícola

Isa Maria de Paula Boratto

Geógrafa

Gisela de Avellar

Geógrafa

Aline Alves Amaral

Estagiária (Engenharia Ambiental)





Camila Ribeiro Rocha  
Estagiária (Arquitetura e Urbanismo)



Fabício Alves de Souza  
Estagiária (Engenharia Civil)

Guilherme Costa Galdino  
Estagiário (Engenharia Civil)

Leandro Antônio Passos  
Estagiário (Arquitetura e Urbanismo)

Letícia Marques Gonçalves  
Estagiária (Engenharia Civil)

Lucas Marques Lourenço  
Estagiário (Engenharia Civil)

Maria Carolina Braga Santos  
Estagiária (Engenharia Ambiental)

Marina Freitas da Silva  
Estagiária (Engenharia Ambiental)



Paloma Moreira Félix  
Estagiária (Engenharia Ambiental)



Pedro Henrique Oliveira  
Estagiário (Arquitetura e Urbanismo)

Tairine Miliana da Silva  
Estagiária (Arquitetura e Urbanismo)

**Apoio administrativo**

Thaís Lorena Araújo dos Santos  
Estagiária

## **APRESENTAÇÃO**

O presente documento apresenta a versão do produto final do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Caetanópolis - MG. Este produto engloba a junção dos quatro eixos do saneamento básico que são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e gestão de resíduos sólidos.

O Plano Municipal de Saneamento Básico é o instrumento de planejamento utilizado para auxiliar os municípios a identificar os problemas, diagnosticar as demandas de melhoria dos serviços, avaliar novas alternativas de solução, assim como estabelecer objetivos, metas e investimentos necessários, com vista a universalização do acesso da população aos serviços de saneamento.

Este documento apresenta a situação da prestação dos serviços de saneamento básico e seus impactos nas condições de vida da população e do meio ambiente, com o objetivo de buscar alternativas para a universalização dos serviços de saneamento básico. O mesmo apresenta a concepção de programas, ações, indicadores e instrumentos para o monitoramento e avaliação da eficiência das metas programadas.

## SUMÁRIO

Introdução.....	1
<b>2. Serviço de Abastecimento de Água .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Descrição geral do prestador de serviço existente .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Infraestrutura administrativa e operacional .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Descrição do corpo técnico da COPASA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Patrimônios móveis e imóveis .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6 Sistema tarifário da COPASA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade dos serviços prestados no sistema de abastecimento de água. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Consumo per capita e evolução do consumo.....</b>	<b>18</b>
<b>2.9 Características do sistema de abastecimento de água.....</b>	<b>18</b>
2.1.9.1 Sede urbana .....	20
2.1.9.1.2 Captação .....	23
2.1.9.1.3 Adutoras de água.....	24
2.1.9.1.4 Estação de tratamento de água .....	24
2.1.9.1.5 Estações elevatórias.....	24
2.1.9.1.6 Reservação.....	25
2.1.9.1.7 Rede de distribuição .....	25
2.1.9.2 Setor rural .....	26
2.1.9.3 Área urbana distante.....	27
<b>2.1.10 Qualidade da água tratada .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.11 Apresentação dos problemas apontados pelas comunidades.....</b>	<b>33</b>
2.1.11.1 Percepção dos moradores da área urbana.....	35
2.1.11.2 Percepção dos moradores da área urbana distante .....	35
<b>2.3 Serviço de Abastecimento de Água.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.2 Projeção da demanda de reservação .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.3 Descrição dos principais mananciais passíveis de serem utilizados para o abastecimento de água da área de planejamento .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.4 Previsão de eventos de emergência e contingência do serviço de abastecimento de água.....</b>	<b>42</b>
2.5 Programa de Abastecimento de Água na Área Urbana .....	46
<b>2.5.1 Programa de Abastecimento de Água nas Áreas Urbanas Distantes ....</b>	<b>50</b>
<b>2.5.2 Programa de Abastecimento de Água nas Áreas Rurais .....</b>	<b>53</b>
<b>2.5.3 Programa de Organização Institucional.....</b>	<b>56</b>

2.5.4 Programa de Ampliação e Melhorias na Captação de Água .....	58
2.6 Programa de Implementação de Sistema de Informações da Água .....	62
2.7 Programa de Educação Ambiental .....	63
<b>2.8 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....</b>	<b>59</b>
3. Serviço de Esgotamento Sanitário .....	63
3.1 <i>Sistemas de bombeamento e tratamento</i> .....	63
3.2 <i>Sistemas de esgotamento sanitário na sede</i> .....	66
3.4 <i>Sistemas de esgotamento sanitário (SES) em áreas urbanas afastadas e área rural</i> .....	69
3.4.1 <i>Qualidade dos efluentes e corpos receptores</i> .....	71
3.4.2 <i>Esgotamento sanitário industrial</i> .....	72
3.4.3 <i>Áreas críticas</i> .....	73
3.4.4 <i>Investimentos no setor de esgotamento</i> .....	74
3.4.5 <i>Percepção dos moradores sobre o esgotamento sanitário</i> .....	76
3.3 Serviço de Esgotamento Sanitário .....	77
3.3.1 Índices e parâmetros adotados.....	77
3.3.2 Projeção do serviço de esgotamento sanitário .....	78
3.4.2 Previsão de eventos de emergência e contingência do serviço de esgotamento sanitário .....	88
3.5 Programa de Ampliação da Rede Coletora de Esgotos na Área Urbana.....	91
3.6 Programa de Estruturação da Rede Coletora nas Áreas Urbanas Distantes .....	94
3.7 Programa de Estruturação do Tratamento de Esgotos no Município .....	97
3.8 Programa de Assistência de Implantação de Tratamento Individual .....	99
3.5 Programa de Monitoramento do Lançamento de Efluentes.....	102
3.6 Programa de Implantação de Sistema de Informações do Esgoto Sanitário .	104
3.7 Programa de Educação Ambiental.....	106
<b>3.5 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>	<b>109</b>
4. Serviço de Manejo de Águas Pluviais .....	112
4.1 <i>Alagamentos e suas causas</i> .....	112
4.1.1 <i>Área urbana</i> .....	113
4.1.2 <i>Área urbana distante</i> .....	114
4.4.2 <i>Estrutura de microdrenagem nos bairros</i> .....	115
4.1.3 <i>Área urbana</i> .....	115
4.1.4 <i>Área urbana distante</i> .....	120
4.2 <i>Destinação das águas pluviais</i> .....	120
4.2.1 <i>Área urbana</i> .....	121
4.2.2 <i>Área urbana distante</i> .....	121

4.3 Identificação dos sistemas de macrodrenagem.....	122
4.4 Problemas apresentados pelos moradores relacionados à drenagem pluvial.....	124
4.5.1 Serviço de Manejo de Águas Pluviais .....	127
4.5.2 Situação atual.....	128
4.5.3 Estimativas do sistema de drenagem e manejo de água pluvial ao longo de 20 anos .....	128
4.5.4 Propostas mitigadoras .....	129
<b>4 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	<b>143</b>
4.1 Programa de Manejo de Escoamento Pluvial dos Bairros Mangueiras e Nossa Senhora Das Graças.....	143
4.2 Programa de Manejo de Escoamento Pluvial dos Bairros Acácias e São Dimas .....	146
4.3 Programa de Estruturação de Microdrenagem na Área Urbana .....	149
4.4 Programa de Estruturação da Microdrenagem nas Áreas Urbanas Distantes .....	151
4.5 Programa de Manejo do Sistema de Macrodrenagem e Áreas de Influência .....	153
4.6 Programa de Organização Institucional e Proposição de Regulação do Uso e Ocupação do Solo.....	155
<b>4.7 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	<b>158</b>
<b>5. Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos .....</b>	<b>161</b>
<b>5.1 Geração e caracterização dos resíduos sólidos.....</b>	<b>163</b>
<b>5.2 Acondicionamento, coleta, transporte, destinação e disposição final dos resíduos sólidos .....</b>	<b>166</b>
<b>5.3 Coleta domiciliar .....</b>	<b>167</b>
5.3.1 Coleta domiciliar na área urbana .....	167
5.3.2 Coleta domiciliar na área urbana distante.....	171
5.3.2 Coleta domiciliar na área rural .....	175
<b>5.4 Resíduos especiais.....</b>	<b>175</b>
5.4.1 Pilhas e baterias .....	175
5.4.2 Lâmpadas .....	175
5.4.3 Medicamentos .....	175
5.4.4 Pneus.....	176
5.4.5 Óleo .....	176
<b>5.5 Resíduos de serviços de saúde (RSS).....</b>	<b>177</b>
<b>5.6 Serviço de limpeza em vias e outros logradouros públicos .....</b>	<b>182</b>
5.6.1 Varrição .....	182
5.6.2 Capina e roçada.....	182
5.6.3 Resíduos de poda.....	183

5.6.4 Resíduos volumosos.....	185
5.6.5 Resíduos de saneamento básico.....	186
<b>5.6.6 Resíduos de construção civil (RCC) .....</b>	<b>186</b>
5.6.7 Resíduos agrossilvipastoris .....	188
5.6.8 Resíduos de mineração.....	188
<b>5.6.9 Sistematização dos problemas identificados ao serviço de manejo de resíduos sólidos e de limpeza pública.....</b>	<b>189</b>
<b>5.7 Identificação da carência do poder público para o atendimento adequado a população .....</b>	<b>190</b>
<b>5.8 Caracterização do serviço de manejo de resíduos sólidos segundo indicadores.....</b>	<b>191</b>
<b>6.3 Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos .....</b>	<b>192</b>
5.1 Programa de Universalização da Coleta Convencional .....	218
5.2 Programa de Implantação da Coleta Seletiva .....	220
5.3 Programa de Implantação dos Pontos de Entrega Voluntária – PEV’s.....	223
5.4 Programa de Implantação dos Ecopontos .....	224
5.5 Programa de Implantação do Projeto de Educação Ambiental .....	226
5.6 Programa de Ampliação e/ou Melhorias na Coleta Domiciliar .....	230
5.7 Programa de Melhoria dos Serviços de Limpeza Pública .....	234
5.8 Programa de Controle dos Resíduos Gerados .....	236
5.9 Programa de Gestão dos Resíduos de Construção Civil .....	237
5.10 Programa de Elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.....	239
5.11 Programa de Logística Reversa.....	241
5.12 Programa de Destinação Final dos Resíduos Sólidos .....	244
<b>5.12 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ...</b>	<b>246</b>

## **LISTA DE TABELAS**



Tabela 01- Cálculo para índice de produtividade.....	2
Tabela 02- Principais receitas operacionais e despesas de custeio referentes ao eixo de abastecimento de água da COPASA.....	6
Tabela 03- Tabela de tarifa da COPASA.....	7
Tabela 04- Tabela de indicadores técnicos da COPASA em Caetanópolis.....	9
Tabela 05 – Distribuição do abastecimento de água.....	12
Tabela 06 – Relação do abastecimento de água na área urbana.....	14
Tabela 07– Dados sobre SAA realizado pela PMC.....	18
Tabela 08 – Relação do abastecimento de água na área rural.....	19
Tabela 09 – Dados sobre SAA realizado pela PMC.....	20
Tabela 10 – Relação do abastecimento de água que ocorre na área considerada zona urbana distante.....	21
Tabela 11- Parâmetro cor medida.....	22
Tabela 12- Parâmetro turbidez.....	22
Tabela 13-Parâmetro conforme total medido.....	23
Tabela 14- Parâmetro escherchia coli.....	23
Tabela 15- Parâmetro PH.....	23
Tabela 16- Parâmetro cloro.....	24
Tabela 17- Parâmetro fluoreto.....	24
Tabela 18- Resultado da qualidade de água em 2018.....	25
Tabela 19- Tipo de abastecimento de água por bairro.....	26
Tabela 20- Estudo do sistema de abastecimento de água do município de Caetanópolis.....	30
Tabela 21- Estudo do sistema de demanda de reservação.....	32
Tabela 22- Ações de de emergência do serviço de abastecimento de água	35
Tabela 23- Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana.....	40
Tabela 23.1- Plano de ação voltado ao programa de abastecimento de água na área urbana.....	41
Tabela 24- Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana distante.....	43
Tabela24.1- Plano de ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana distante.....	44
Tabela 25- Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área rural.	46
Tabela 25.1- Plano de ação voltado ao programa de abastecimento de água na área rural.....	47
Tabela 26- Ações voltadas ao programa de organização institucional.....	49
Tabela26.1- Plano de ações voltado ao programa de organização institucional.....	50
Tabela 27- Ações voltadas ao programa de aplicação e melhorias na captação de água.....	53
Tabela 27.1- Plano de ação do programa de ampliação e melhoria na captação de água.....	52
Tabela 28- Ações voltadas ao programa de implementação de sistema de informações de água.....	54
Tabela 28.1- Plano de ação do programa de ampliação de sistema de informação de água.....	55
Tabela 29- Ações voltadas ao programa de educação ambiental.....	57
Tabela 29.1-Plano de ação voltado ao programa de educação ambiental.....	58
Tabela 30- Indicadores de desempenho referente ao eixo de abastecimento de água potável.....	60

Tabela 31- Coordenadas UTM das estações elevatórias do município de Caetanópolis.....	64
Tabela 32- Indicadores do sistema de esgotamento sanitário em Caetanópolis.....	66
Tabela 33- Relações de bairros e ligação de esgoto na sede.....	67
Tabela 33.1- Relações de bairros e ligação de esgoto na sede.....	67
Tabela 43- Relação de bairros e ligação de esgoto na área urbana distante.....	70
Tabela 44- Relação de bairros e ligação de esgoto na área rural.....	71
Tabela 45- Indicadores financeiros do sistema de esgotamento sanitário do município de Caetanópolis.....	75
Tabela 46- Investimento estimado para coleta e tratamento de sistema de esgotamento sanitário no município de Caetanópolis.....	75
Tabela 47- Relatos sobre esgotamento sanitário.....	76
Tabela 48- Projeção do serviço de esgotamento sanitário em Caetanópolis.....	80
Tabela 49- Estimativa de concentração de DBO e coliformes( sem tratamento).....	83
Tabela 50- Estimativa de carga e concentração de DBO e coliformes totais durante 20 anos.....	84
Tabela 51- Ações de emergência e contingência do serviço de esgotamento sanitário.....	89
Tabela 52- Ações voltadas ao programa de ampliação de rede coletora de esgoto na área urbana.....	92
Tabela 52.1- Plano de ação voltado ao programa de ampliação de rede coletora de esgoto na área urbana.....	93
Tabela 53- Ações voltadas ao programa de estruturação da rede coletora de esgoto na área urbana distante.....	95
Tabela 53.1- Plano de ação voltado ao programa de estruturação da rede coletora de esgoto na área urbana distante.....	96
Tabela 54- Ações voltadas ao programa de estruturação de tratamento de esgoto.....	98
Tabela 54- Plano de ação voltado ao programa de estruturação de tratamento de esgoto.....	99
Tabela 55- Ações voltadas ao programa de assistência de implantação de sistema individual.....	101
Tabela 55.1- Plano de ações voltados ao programa de assistência de implantação de sistema individual.....	102
Tabela 56- Ações voltadas ao programa de monitoramento do lançamento de efluentes.....	103
Tabela 56.1- Plano de ação voltado ao programa de monitoramento do lançamento de efluentes.....	104
Tabela 57- Parâmetros de lançamento de efluentes.....	105
Tabela 58- Ações voltadas ao programa de implementação de sistema de informações do esgotamento sanitário.....	106
Tabela 58.1- Plano de ação voltado ao programa de implementação de sistema de informações do esgotamento sanitário.....	107
Tabela 59- Ações voltadas ao programa de educação ambiental.....	108
Tabela 59.1 Plano de ação voltado ao programa de educação ambiental.....	108
Tabela 60- Indicadores de desempenho referentes ao eixo de esgotamento sanitário.....	111
Tabela 61- Vias com presença de alagamentos por bairro.....	124
Tabela 62- Destinação da água pluvial.....	122
Tabela 63- Cenários de estruturação do sistema de micro drenagem.....	140
Tabela 64- Cenários de manejo do sistema de macro drenagem.....	141

Tabela 65- Ações emergenciais do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....	143
Tabela 66 Ações voltadas ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.....	145
Tabela 66.1- Plano de ação voltado ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.....	146
Tabela 67- Ações voltadas ao programa de escoamento pluvial dos bairros Acássias e São Dimas.....	148
Tabela 67.1- Plano de ação voltadas ao programa de escoamento puvial dos bairros Acássias e São Dimas.....	149
Tabela 68- Ações voltadas ao programa de estruturação de micro drenagem, na área urbana.....	151
Tabela 68.1- Plano de ação voltado ao programa de estruturação de micro drenagem, na área urbana.....	152
Tabela 69- Ações voltadas ao programa de estruturação de micro drenagem na área urbana distante.....	153
Tabela 69.1- Plano de ação voltado ao programa de estruturação de micro drenagem na área urbana distante.....	154
Tabela 70- Ações voltadas ao programa de manejo de sistema de macrodrenagem e área de influência.....	155
Tabela 70.1-Plano de ação voltado ao programa de manejo de sistema de macrodrenagem e área de influência.....	156
Tabela 80-Ações voltadas ao programa de organização institucional e proposição de regulação de uso e ocupação do solo.....	157
Tabela 80.1- Plano de ação voltado ao programa de organização institucional e proposição de regulação de uso e ocupação do solo.....	158
Tabela 81- Indicadores de desempenho referentes ao eixo de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....	160
Tabela 82- Resultado percentual da composição gravimétrica de RSU .....	166
Tabela 83- Cobertura do serviço de coleta domiciliar na área urbana.....	169
Tabela 84- Percentual dos bairros que realizam ou não separação de resíduos domiciliares na área urbana.....	170
Tabela 85- Tipos de resíduos gerados por cada bairro da área urbana.....	171
Tabela 86- Disponibilidade da população da área urbana em participar da coleta seletiva.....	171
Tabela 87- Tipos de resíduos gerados por local da geração de HDPM.....	171
Tabela 88. Comparação de indicadores de SNIS entre municípios.....	193
Tabela 89- Estimativa de geração resíduos ao longo de 20 anos.....	196
Tabela 90- Estimativa de geração de resíduos ao longo de 20 anos(com o programa de coleta seletiva).....	206
Tabela 91-Critérios técnicos segundo NBR 10.157.....	206
Tabela 92- Critérios econômicos-financeiros.....	206
Tabela 93- Critérios politico-sociais.....	207
Tabela 94- Peso e prioridades dos critérios.....	207
Tabela 95- Tipos de atendimento.....	207
Tabela 96- Pontuação da área disponibilizada pelo município.....	208
Tabela 97-Ações de emergência e convergência de serviço do manejo de resíduos sólidos.....	218
Tabela 98- Ações para universalização da coleta convencional.....	222
Tabela 99- Ações para implantação da coleta seletiva.....	223

---

Tabela 99.1- Plano de ações para a implantação de coleta seletiva.....	224
Tabela 100- Ações voltadas para a implantação de pontos de entrega voluntária – PEV’s.....	225
Tabela 100.1- Plano de ação voltado para a implantação de pontos de entrega voluntária- PEV’s.....	226
Tabela 101- Ações para implantação dos eco pontos.....	227
Tabela 101.1- Plano de ação para implantação de eco pontos.....	228
Tabela 102- Ações voltadas para educação ambiental.....	230
Tabela 102.1- Plano de ação voltado para educação ambiental.....	231
Tabela 103- Ações para a implantação/melhoria de coleta domiciliar(convencional e seletiva).....	234
Tabela 103.1- Plano de ação para implantação/melhoria de coleta domiciliar(convencional e seletiva).....	235
Tabela 104- Ações para a melhoria dos serviços de limpeza.....	236
Tabela104.1- Plano de ação para a melhoria dos serviços de limpeza.....	237
Tabela 105- Ações para o controle de resíduos gerados no município.....	238
Tabela 105.1- Plano de ação para o controle de resíduos gerados no município....	239
Tabela 106- Ações voltadas para a gestão de resíduos da construção civil.....	240
Tabela106.1- Plano de ação para a gestão de resíduos da construção civil.....	241
Tabela 107- Ações para elaboração dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos-PGRS.....	242
Tabela 107.1-Plano de ação para a elaboração dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos-PGRS.....	243
Tabela 108- Ações efetivação da lógica reversa obrigatória.....	244
Tabela 108.1- Plano de ação para efetivação da lógica reversa obrigatória.....	245

## Lista de Figuras

Figura 01 – Estrutura organizacional da COPASA – organograma	3
Figura 02 – Localização da agência COPASA em Caetanópolis	4
Figura 03 – Croqui do sistema	11
Figura 04 – Gráfico do abastecimento de água no município de Caetanópolis	12
Figura 05 – Laboratório COPASA em Caetanópolis	15
Figura 06 – Poço E-02 e respectiva casa de química	16
Figura 07 – Reservatórios do Sistema de Abastecimento de Água	17
Figura 08– Nota de satisfação para com o abastecimento de água	27
Figura 09 – Frequência de interrupção no abastecimento de água	27
Figura 10 – Mapa de localização das estações elevatórias do município de Caetanópolis	64
Figura 11 – Mapa de localização da ETE desativada de Caetanópolis	65
Figura 12 – Fluxograma do sistema de tratamento da ETE em Caetanópolis	65
Figura 13 – Nota do serviço de esgotamento sanitário	68
Figura 14 – Vazamento de esgoto nas proximidades nos últimos 6 meses	68
Figura 15 – Fossa negra localizada no bairro São Dimas	69
Figura 16 – Esgoto à céu aberto no município	73
Figura 17 – Esgoto à céu aberto no município	74
Figura 18 - Esquema de fossa séptica combinada com filtro anaeróbio	87
Figura 19 – Esquema de sumidouro	88
Figura 20 - Causas de acúmulo de água nas vias	114
Figura 21 – Vias com alagamentos em áreas urbanas distantes	114
Figura 22 – Quantidade de bocas de lobo	116
Figura 23 – Situação bocas de lobo	117
Figura 24– Boca-de-lobo obstruída	117
Figura 25 – Boca-de-lobo em bom estado de conservação	118
Figura 26 – Boca-de-lobo em bom estado de conservação	118
Figura 27 – Presença de canaletas de drenagem	119
Figura 28 – Mapa de microdrenagem	120
Figura 29– Destinação água pluvial dos bairros urbanos distantes	122
Figura 30 – Córrego do Traíras	122
Figura 31 – Mapa de rede de macrodrenagem	123
Figura 32 – Mapa hidrográfico de Caetanópolis	124
Figura 33 – Rua principal no bairro Boa Vista	125
Figura 34 – Rua 6, bairro Itamaracá	125
Figura 35 – Rua Dr. Guilherme Dalle Mascarenhas	126
Figura 34: Áreas de APP em cursos naturais	130
Figura 35: Áreas de APP no entorno de nascentes	131
Figura 36: Bacia de retenção aberta	133
Figura 37: Bacia de retenção fechada	134
Figura 38: Reservatório de retenção fechada, construído em Porto Alegre – RS	134
Figura 39 – Áreas de análise dos componentes e estruturas da drenagem pluvial, em Caetanópolis-MG	138
Figura 40 – Amostra inicial de resíduos sólidos	163

Figura 41– Método de quarteamento para redução da amostra	164
Figura 42 – Triagem de resíduos da amostra final	164
Figura 43 – Pesagem dos resíduos	165
Figura 44 – Caminhão compactador	166
Figura 45 – Disposição dos resíduos no aterro controlado	167
Figura 46 – Frequência da coleta domiciliar na área urbana	168
Figura 47 – Finalidades da separação dos resíduos na área urbana	169
Figura 48 – Nota para a coleta de resíduos na área urbana	171
Figura 49 - Destinação dos resíduos quando não há coleta	172
Figura 50 – Nota para coleta de resíduos na área urbana distante	172
Figura 51 – Tipo de resíduo gerado em maior quantidade pela população urbana distante	173
Figura 52 – Percentual de moradores que sabem ou não o que é coleta seletiva	173
Figura 53 – Disponibilidade da população em participar da coleta seletiva na área urbana distante	174
Figura 54 – Percentual da população que realiza separação dos resíduos	174
Figura 55 – Descarte do óleo na área urbana distante	176
Figura 56 – Descarte do óleo na área urbana	177
Figura 57 – Classificação dos resíduos na unidade de saúde HDPM	178
Figura 58 – Local de descarte de materiais infectantes e perfurocortantes	179
Figura 59 – Local de descarte de resíduos comuns, resíduos infectantes e roupas	179
Figura 60– Acondicionamento de resíduos infectantes e perfurocortantes	180
Figura 61 – Local de acondicionamento de resíduos de material biomédico	180
Figura 62 – Acondicionamento de produtos químicos	181
Figura 63– Mapa de acúmulo de resíduos no município	183
Figura 64 – Mapa de acúmulo de resíduos no município	184
Figura 65 – Acúmulo de resíduos de poda nos passeios	184
Figura 66 – Acúmulo de resíduos volumosos no passeio	185
Figura 67 – Acúmulo de resíduos volumosos e de construção civil na rua	186
Figura 68– Acúmulo de resíduos de construção civil na rua	187
Figura 69 – Acúmulo de resíduos nas proximidades das residências (por bairro)	187
Figura 70– Acúmulo de resíduos de construção civil e poda em lote vago	188
Figura 71 – Pó de ardósia transformado em ecoliga	189
Figura 72 - Esquema de construção e operação de um aterro sanitário	203
Figura 73- Área de implantação do aterro sanitário	204
Figura 74 – Planta de um galpão de reciclagem	213





## INTRODUÇÃO

Por definição da lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, o saneamento básico consiste no conjunto de serviços, infra estruturais e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

O abastecimento de água é um dos pontos centrais no conjunto de ações do saneamento, e conseqüentemente da saúde pública. A melhoria dos serviços traz como resultado avanço nas condições de vida de uma população, através do controle e prevenção de doenças e da promoção de hábitos saudáveis.

O esgotamento sanitário consiste no destino adequado dos resíduos geradores de poluição, que devem ser controlados pelo saneamento, para minimizar efeitos indesejados a saúde humana e ao meio ambiente. O afastamento seguro, tratamento e a disposição final adequada evita a contaminação do solo e dos recursos hídricos, bem como a eliminação de vetores causadores de doenças.

A drenagem de águas pluviais é de suma importância para o controle do escoamento das águas das chuvas para evitar os efeitos adversos, que podem representar sérios prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da sociedade. A deficiência do sistema de drenagem também traz efeitos negativos ao meio ambiente, como alagamentos, inundações, erosões e assoreamentos.

O gerenciamento dos resíduos diminui consideravelmente os impactos ambientais causados nos meios físicos e biológicos pelas próprias atividades humanas. O manejo adequado dos resíduos sólidos requer cuidados desde a sua produção até a destinação final, necessitando da participação da população em todas as etapas do processo.

Os programas, ações, indicadores de avaliação e os monitoramentos, são os principais mecanismos de determinação da eficiência dos objetivos estabelecidos para o cumprimento do PMSB e melhoria da qualidade de vida da população e dos serviços prestados.



## **2. Serviço de Abastecimento de Água**

### **2.1 Descrição geral do prestador de serviço existente**

No município de Caetanópolis, os serviços relacionados ao abastecimento de água são executados pela COPASA MG por meio de contrato de concessão que está em vigor desde 28/05/1997, com validade de 30 anos, tendo este um Termo Aditivo de 17/12/1997 no qual revoga a concessão dos serviços públicos de esgotamento sanitário da sede do município. (ARSAE-MG, 2016).

Com exceção da área urbana isolada e rural, que não fazem parte da sede do município (ARSAE-MG, 2016), sendo assim o serviço é realizado pela Prefeitura Municipal.

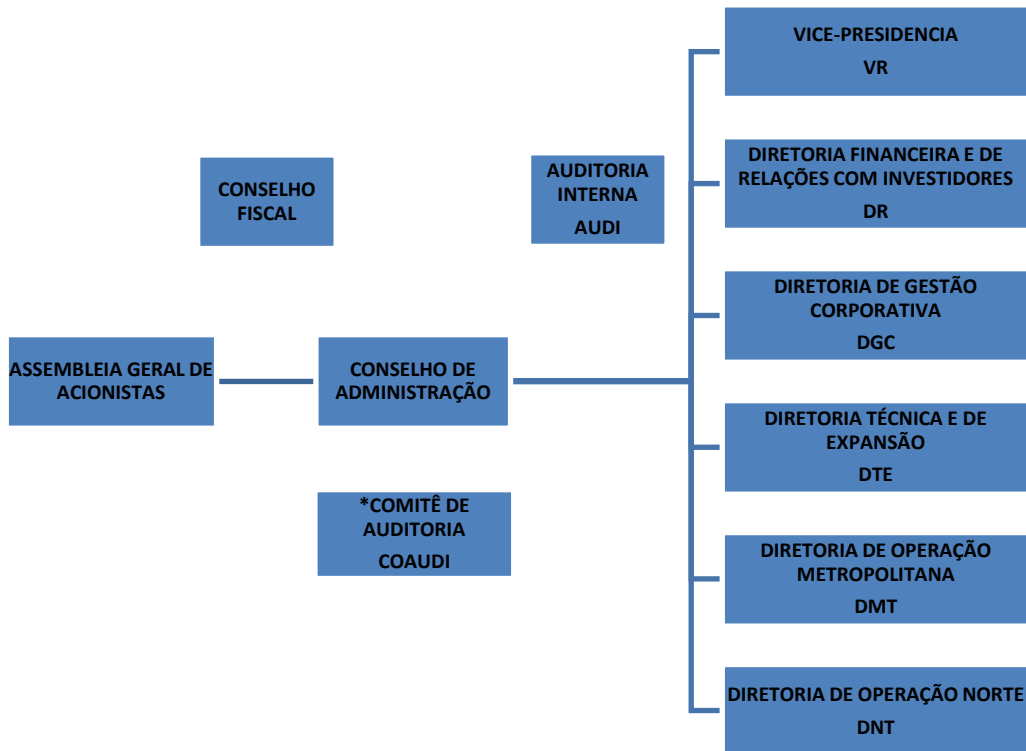
### **2.2 Infraestrutura administrativa e operacional**

Estrutura organizacional é um conceito da área de administração e gestão de empresas. Trata da forma como a empresa é organizada em torno da divisão de atividades e recursos com fins de cumprir os objetivos da companhia. Quanto mais descentralizada uma estrutura, mais ágeis, as intervenções de caráter preventivo e corretivo.

Muitas vezes a estrutura organizacional é exemplificada com um organograma identificando a hierarquia e divisão em departamentos.

O Organograma é a representação gráfica da estrutura organizacional, revelando as unidades componentes e as relações de interdependência entre elas. A estrutura organizacional bem como o organograma da COPASA em Caetanópolis pode ser visualizada a seguir na FIG. 01:

Figura 01 – Estrutura organizacional da COPASA – organograma



Fonte: Adaptado, COPASA, 2018.

A Sede da COPASA, FIG. 02, é composta, em sua estrutura administrativa, pelos principais setores:

- Direção local;
- Atendimento público;
- Fiscalização e leitura;
- Manutenção e operação própria e terceirizada.



A quantidade de funcionários da COPASA – Caetanópolis é considerada insatisfatória em relação aos serviços prestados, pois, necessita de mais funcionários para atender o sistema de atendimento ao público. Investimentos na qualificação, através de treinamentos e elaboração de diretrizes que padronizem a realização de atividades para melhoria no atendimento, tratamento e manutenção do sistema são outros fatores que otimizam os serviços à população.

### **2.3 Descrição do corpo técnico da COPASA**

Os dados solicitados a COPASA, não foram disponibilizados.

### **2.4 Patrimônios móveis e imóveis**

Os dados solicitados a COPASA, não foram disponibilizados.

### **2.5 Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento**

A COPASA possui receita e patrimônios próprios, apresentando relatórios periódicos com suas receitas operacionais, despesas de custeio e investimentos. A TAB. 02 apresenta as principais receitas e despesas que envolvem o serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária.

Tabela 02 – Principais receitas operacionais e despesas de custeio referentes ao eixo de abastecimento de água da COPASA

Descrição	2017	2016	Aumento/redução (R\$)
Receitas operacional direta R\$/ano	R\$ 1.769.472,87	R\$ 1.865.684,00	-R\$ 96.211,13
Receita operacional indireta R\$/ano	R\$ 31.736,14	R\$ 24.035,18	R\$ 7.700,96
Receitas operacional direta + indireta	R\$ 1.801.209,01	R\$ 2.029.719,18	-R\$ 228.510,17
Créditos de contas a receber	R\$ 58.545,40	R\$ 380.274,14	-R\$ 321.728,74
Despesa com pessoal R\$/ano	R\$ 601.095,99	R\$ 758.352,50	-R\$ 157.256,51
Despesa com produto químico R\$/ano	R\$ 7.905,41	R\$ 11.227,92	-R\$ 3.322,51
Despesas totais com o serviço R\$/ano	R\$ 1.579.818,47	R\$ 1.813.293,26	-R\$ 233.474,79
Despesa de exploração (DEX) R\$/ano	R\$ 1.200.328,41	R\$ 1.308.362,74	-R\$ 108.034,33

Fonte: SNIS, 2016; SNIS, 2017.

Pode-se salientar que a concessionária não teve lucro no município, pois as despesas foram maiores do que a receita operacional total para os dois anos analisados, sendo em 2016 um déficit de 10,6% e para o ano de 2017 o déficit foi ainda maior, de 12,29% em relação aos custos operacionais da concessionária. Esse decréscimo pode acontecer por muitos fatores como as perdas na distribuição, que tiveram um aumento considerável no período, custos com energia elétrica e os custos com funcionários.

Diante deste cenário, algumas ações devem ser tomadas para este problema não ser recorrente. Programas de combate as perdas e a diminuição do consumo de energia são algumas alternativas para conter este aumento com as despesas.

As despesas de exploração tiveram uma redução de R\$108.034,32 no ano de 2016 para o ano 2017, pois houve investimentos no sistema de água em modo geral.

## 2.6 Sistema tarifário da COPASA

O sistema tarifário da COPASA é progressivo conforme o consumo de cada economia, onde estão demonstradas as faixas de consumo e os valores respectivos para cada uma delas, demonstra também as categorias de consumo

separadas em residenciais, comerciais, industriais e públicas (TAB.03). Hoje a tarifa mínima que pode ser emitida para a cidade Caetanópolis, na categoria residencial sem coleta e tratamento de esgoto é de R\$15,29. As residências abrangidas pela tarifa social, tem como pagamento base a tarifa de R\$6,88.

Tabela 03 – Tabela de tarifa da COPASA

Tarifas aplicáveis aos usuários		Reajuste/Revisão de Tarifa			
Água: Abastecimento de Água		Índice médio aplicado: 8,69%			
EDC: Esgotamento dinâmico com coleta		Fonte: Resolução ARSAE-MG 96, de 29 de Junho de 2017			
EDT: Esgotamento dinâmico com coleta e tratamento		Tarifas de Aplicação			
		Julho/17 a Junho/18			
Categoria	Faixas	Água	EDC	EDT	Unidade
Residencial Tarifa Social	Fixa	6,880	3,010	6,360	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	0,480	0,210	0,440	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	1,545	0,676	1,429	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 15 m <sup>3</sup>	3,204	1,402	2,964	R\$/m <sup>3</sup>
	> 15 a 20 m <sup>3</sup>	3,819	1,671	3,533	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	4,163	1,821	3,851	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 m <sup>3</sup>	6,831	2,989	6,319	R\$/m <sup>3</sup>
Residencial	Fixa	15,290	6,690	14,140	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	0,960	0,420	0,890	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,089	1,351	2,857	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 15 m <sup>3</sup>	6,407	2,803	5,926	R\$/m <sup>3</sup>
	> 15 a 20 m <sup>3</sup>	7,637	3,341	7,064	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	8,326	3,643	7,702	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 m <sup>3</sup>	13,662	5,977	12,637	R\$/m <sup>3</sup>
Comercial	Fixa	22,930	10,030	21,210	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	2,450	1,070	2,270	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,456	1,512	3,197	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 20 m <sup>3</sup>	8,528	3,731	7,888	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	9,755	4,268	9,023	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 a 200 m <sup>3</sup>	10,303	4,508	9,530	R\$/m <sup>3</sup>
	> 200 m <sup>3</sup>	11,095	4,854	10,263	R\$/m <sup>3</sup>
Industrial	Fixa	22,930	10,030	21,210	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	2,450	1,070	2,270	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,456	1,512	3,197	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 20 m <sup>3</sup>	8,528	3,731	7,888	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	9,755	4,268	9,023	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 a 200 m <sup>3</sup>	10,303	4,508	9,530	R\$/m <sup>3</sup>
	> 200 m <sup>3</sup>	11,095	4,854	10,263	R\$/m <sup>3</sup>
Pública	Fixa	19,110	8,360	17,680	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	2,510	1,100	2,320	R\$/m <sup>3</sup>

	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,181	1,392	2,942	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 20 m <sup>3</sup>	8,099	3,543	7,492	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	8,956	3,918	8,284	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 a 200 m <sup>3</sup>	10,184	4,456	9,420	R\$/m <sup>3</sup>
	> 200 m <sup>3</sup>	10,856	4,750	10,042	R\$/m <sup>3</sup>

Fonte: ARSAE – MG, 2017.

## 2.7 Indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade dos serviços prestados no sistema de abastecimento de água

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, transmitindo informações de forma precisa e de fácil entendimento pela população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões. O uso de indicadores é indispensável, assim como um acompanhamento periódico da sua variação, permitindo o monitoramento do sistema de abastecimento de água.

Os dados precisam ser cadastrados, para cálculo de indicadores de mais de um ano, a fim de se detectar valores que realmente representem a situação do sistema, minimizando o risco de refletir uma condição atípica. Um banco de dados, para cálculo de um número maior de indicadores essenciais ao acompanhamento do sistema, deve ser incrementado e disponibilizado.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445 de 2007, é prioritário estabelecer um sistema de informações sobre os serviços que seja articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Desta forma, para um avanço das informações e avaliação do serviço de abastecimento de água no município, sugere-se a alimentação do banco de dados do SNIS e o cálculo dos indicadores deste sistema, anualmente. Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal, no mínimo, a cada quatro anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que, no decorrer do processo, forem considerados relevantes ao acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no município.

A TAB 04 apresenta os principais indicadores técnicos, operacionais e administrativos do SAA de Caetanópolis, conforme divulgado no Sistema Nacional de



Informações sobre Saneamento (SNIS), comparando-se os dois últimos anos disponíveis para consulta, 2016 e 2017.

Tabela 04 – Tabela de indicadores técnicos da COPASA em Caetanópolis

<b>Indicadores Técnicos - Abastecimento de Água</b>		<b>Ano de referência</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Unidade</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>População total atendida com abastecimento de água</b>	Habitante	8.384	8.304
<b>Quantidade de ligações ativas de água</b>	Ligação	3.557	3.533
<b>Quantidade de economias ativas de água</b>	Economia	3.758	3.759
<b>Quantidade de ligações ativas de água micromedidas</b>	Ligação	3.557	3.533
<b>Extensão da rede de água</b>	Km	58,97	59,08
<b>Volume de água produzido</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	573,46	625,84
<b>Volume de água tratado em ETA</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	573,46	625,84
<b>Volume de água micromedido</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	438,72	452,78
<b>Volume de água consumido</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	438,74	452,78
<b>Volume de água faturado</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	457,43	452,76
<b>Volume de água macromedido</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	573,46	625,84
<b>Quantidade de economias residenciais ativas de água</b>	Economia	3.367	3.362
<b>Quantidade de economias ativas de água micromedidas</b>	Economia	3.758	3.759
<b>Volume de água tratada por simples desinfecção</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	0	0
<b>Volume de água bruta exportado</b>	1.000 m <sup>3</sup> /ano	0	0

Fonte: \*SNIS, 2016; \*\*SNIS, 2017.

De 2016 para 2017 houve uma diminuição de 80 ligações ativas de água, entretanto, nota-se, de acordo com os dados apresentados, que o volume de água produzido aumentou entre o período de 2016 a 2017.



Conforme demonstrado o município é atendido pelos serviços de macromedição e de micromedição, demonstrando um controle do volume de água produzido e distribuído para a população por parte do SAA realizado pela COPASA.

É demonstrado que, para os anos de 2016 e 2017, a COPASA não exportou água bruta nem tratada para fora dos limites do município, e a estatal também não importou água bruta para tratamento em seu SAA.

## **2.8 Consumo per capita e evolução do consumo**

Os dados solicitados a COPASA, não foram disponibilizados.

## **2.9 Características do sistema de abastecimento de água**

O diagnóstico do sistema de abastecimento de água existente em Caetanópolis foi produzido com as informações disponibilizadas pela Prefeitura, além de dados obtidos nas visitas técnicas realizadas pela equipe de execução dentre outras fontes de pesquisa.

O Município de Caetanópolis, não apresenta Plano Diretor de Abastecimento de Água, o qual não tem obrigatoriedade de ser elaborado, porém é um item importante para auxiliar, na gestão desse sistema.

Para uma gestão adequada e operação eficiente do sistema o mesmo é dotado de Plano de Emergência e Contingência local e cadastro atualizado da rede de distribuição de água e das adutoras de água bruta e de água tratada, o que são informações fundamentais (ARSAE, 2016).

O croqui a seguir da FIG. 03 apresenta uma síntese do Sistema de Abastecimento de Água de Caetanópolis. Todas as unidades do sistema e os setores serão descritos nesse diagnóstico de maneira completa nos próximos itens.



Tabela 05 – Distribuição do abastecimento de água

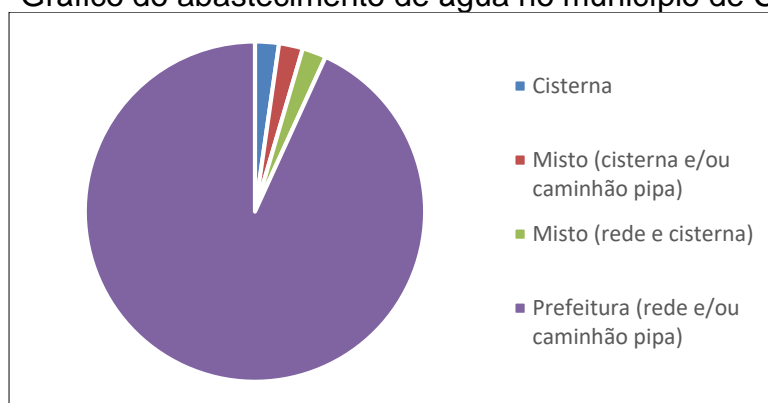
<b>Projeção da População - 2018:</b>			<b>11.495</b>		
<b>Nº de Ligações de Água Potável:</b>			3579		
<b>Projeção Consumo de Água (L):</b>			120		
<b>Zonas</b>	<b>Em % populacional</b>	<b>População</b>	<b>Ligações água potável</b>	<b>Abastecimento carro pipa e/ou poços artesianos</b>	<b>Consumo mensal de água potável m<sup>3</sup> por população</b>
Urbana	80%	9.196	3.579	0	33.106
Urbana distante	12%	1.379	0	Sim	4.966
Rural	8%	920	0	Sim	3.311
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>11.495</b>	<b>3.579</b>	<b>-</b>	<b>41.382</b>

Fonte: Prefeitura de Caetanópolis, Mapa de Saneamento- Distribuição, 2019.

### 2.1.9.1 Sede urbana

O abastecimento de água executado pela COPASA-MG atende a 94,38% da população residente da sede municipal de Caetanópolis. (ARSAE, 2016). Segundo levantamento de dados através de entrevistas com os munícipes, o abastecimento de água ocorre conforme FIG. 04.

Figura 04 – Gráfico do abastecimento de água no município de Caetanópolis



A captação do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do município tem como manancial os poços tubulares profundos, sendo disposto de onze (11) poços profundos devidamente equipados, desses, seis (6) estão em operação e cinco (5) de reservas. Todos são equipados com bombas dosadoras de cloro e flúor, e o poço E-

06 possui bomba dosadora de ortopolifosfato devido ao alto índice de manganês presente na água. (ARSAE, 2016).

De acordo com informações do SNIS, no ano de 2017 a sede urbana contava com 3.533 ligações e 3.759 economias. (SNIS 2017).

Segundo dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2017, o consumo per capita em Caetanópolis foi de 149,40 l/hab./dia, a partir dos volumes micromedidos. Além disso, o volume de serviço é de 8.575,34 l/dia.

Pode-se também verificar que os índices de perdas na distribuição (diferença entre volume distribuído e consumido) apresentados pelo SNIS de 2017 é em média 27,65%.

O tratamento das águas captadas é realizado através da desinfecção que consiste na dição de cloro na água que é feita antes da saída da Estação de Tratamento, para eliminar os germes nocivos à saúde, há, também, a fluoretação, com a água já limpa, ela recebe a aplicação de uma dosagem de um composto de flúor, que contribui no combate às cáries. (COPASA - Relatório de qualidade de água, 2018).

A TAB. 31, que apresenta a relação do abastecimento de água na área urbana realizada, segundo o mapa de saneamento e distribuição da Prefeitura Municipal de Caetanópolis (PMC).

Tabela 06 – Relação do abastecimento de água na área urbana

Bairros Urbanos	Em % Populacional	População	Ligações Água Potável	Abastecimento Carro Pipa e/ou Poços Artesianos	Consumo Mensal de Água Potável m3 por população
Nossa Senhora das Graças	34%	3.127	1.217	0	11.256
Centro	20%	1839	716	0	6.621
Cedrolândia	0,095	874	340	0	3145
Acácia	5%	460	179	0	1.655
Santo Antônio	0,08	736	286	0	2.648
Imperial	7%	644	251	0	2.317
Mangueiras	6%	506	197	0	1.821
São Dimas	0,075	690	268	0	2483
COHAB	3%	276	107	0	993
Residencial Clara Nunes	1%	46	18	0	166
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>9.196</b>	<b>3.579</b>	<b>0</b>	<b>33.106</b>

Fonte: Prefeitura de Caetanópolis, Mapa de Saneamento- Distribuição, 2019.

A população total abastecida, segundo a COPASA em seu Relatório de qualidade de água de 2018, é de aproximadamente 8.384 habitantes tendo 58.971 metros de redes de distribuição.

O sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes unidades:

- 11 Captações Subterrâneas;
- 1 Estação de Tratamento de Água;
- 1 Casa Química;
- 1 Laboratório;
- 3 Estações Elevatórias;
- 3 Reservatórios Apoiados;
- 2 Reservatórios Elevados;
- Rede de Distribuição.

O laboratório, FIG. 05, possui instalações adequadas para realização das análises físico-químicas, ele tem equipamentos que possuem tomadas individuais, etiquetas de identificação e planilha de calibração. (ARSAE, 2016).

Figura 05 – Laboratório COPASA em Caetanópolis



#### 2.1.9.1.2 Captação

A captação do SAA da sede de Caetanópolis é realizada por 6 poços localizados na sub bacia hidrográfica do Rio Paraopeba.

Quanto a apresentação de outorgas e vazão de captação de extração de água subterrânea, tratamento e distribuição de água para abastecimento público, e bombeamento, a COPASA não disponibilizou tais dados para o presente documento.

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2017, o volume de captação macromedido é de 19,85 l/s.

O sistema de captação de água bruta subterrâneo estrutura-se sobre uma rede de onze poços profundos distribuídos pelo perímetro urbano de Caetanópolis. Atualmente 6 os poços estão ativos abastecendo assim, maior parte da cidade. (ARSAE-MG, 2016). Pode-se identificar tais poços da sede urbana na FIG. 06.

Figura 06 – Poço E-02 e respectiva casa de química



#### 2.1.9.1.3 Adutoras de água

Não foi disponibilizado pela COPASA dados relacionados a adutora.

#### 2.1.9.1.4 Estação de tratamento de água

É realizado tratamento simplificado no município. Demais informações solicitadas quanto ao tratamento não foram disponibilizadas pela COPASA.

#### 2.1.9.1.5 Estações elevatórias

Não foram disponibilizadas pela COPASA, informações sobre a presença ou ausência de estações elevatórias.



### 2.1.9.1.6 Reservação

A sede de Caetanópolis conta com 5 reservatórios de armazenamento de água tratada distribuídos pelo município, sendo: 3 Reservatórios Apoiados (RAP) e 2 Reservatórios Elevados (REL). A capacidade nominal de reservação é de 750m<sup>3</sup> (ARSAE-MG, 2016) FIG. 07.

Figura 07 – Reservatórios do Sistema de Abastecimento de Água



### 2.1.9.1.7 Rede de distribuição

Conforme Relatório de qualidade de água de 2018 da COPASA, há 58.971 metros de redes de distribuição. O sistema de abastecimento de água alcança a cidade de Caetanópolis de forma abrangente, porém, existem regiões que não são atendidas pela COPASA por se tratar de áreas não pertencentes a sede. Entretanto, dados sobre extensão da rede e suas características atuais, não foram disponibilizadas pela COPASA.



### 2.1.9.2 Setor rural

A Prefeitura Municipal de Caetanópolis (PMC) atende a área rural denominada como povoado do São Bento, que tem a água captada em poço artesiano e conduzida por uma adutora até o reservatório, sendo distribuída as residências através da rede de distribuição, tendo a inexistência de medidor de consumo (ARSAE-MG, 2016), enfrentando assim dificuldade na tarifação a qual se deve retirada na prefeitura para pagamento, assim poucos estão em dia com o pagamento.

Neste local segundo o Relatório de fiscalização dos serviços de abastecimento de água (TAB.07) da sede municipal de Caetanópolis de 2016 foi constatado que há problemas de ligações diretas na rede adutora, dificultando assim o abastecimento do reservatório, provocando redução na pressão da rede de distribuição.

Tabela 07– Dados sobre SAA realizado pela PMC

<b>Localidade: Povoado São Bento</b>	
<b>Descrição</b>	<b>2016</b>
<b>Vazão do Poço Artesiano</b>	7.200 litros/hora
<b>Capacidade do Reservatório</b>	20.000 litros
<b>Nº de imóveis atendidos</b>	54
<b>Nº de pessoas beneficiadas</b>	205
<b>Consumo mensal pessoa por dia</b>	737,5 litros
<b>Valor mensal da taxa de água</b>	R\$ 23,56
<b>Valor médio mensal arrecadado</b>	R\$ 164,92
<b>Percentual de inadimplentes</b>	87,1%
<b>Custo médio mensal do serviço de abastecimento</b>	R\$ 2.885,36
<b>Déficit mensal</b>	R\$ 2.720,44

Fonte: ARSAE, 2016.

Nas demais localidades rurais como Lagoinha e Três Pedras o abastecimento é realizado através de caminhão pipa, conforme TAB. 08.

Tabela 08 – Relação do abastecimento de água na área rural

Áreas Rurais	Em % Populacional	População hab.	Ligações água potável	Abastecimento carro pipa e/ou poços artesianos	Consumo mensal de água potável m3 por população
São Bento	60%	552	0	Sim	1.589
Lagoinha	35%	322	0	Sim	927
Três Pedras	5%	46	0	Sim	132
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>920</b>	-	-	<b>2.648</b>

Fonte: Prefeitura de Caetanópolis, Mapa de Saneamento- Distribuição, 2019.

### 2.1.9.3 Área urbana distante

Nas áreas urbanas isoladas em que são abastecidas pela prefeitura, tais como: Boa Vista (bairro formado em área invadida), Brasilândia, Estância Maquiné I, Estância Maquiné II, Estrela Dalva, Imbiricú, Itamaracá, Itapuã, Monte Sinai, Parque dos Buritis, Pascoal. O abastecimento ocorre de forma parcial através do reservatório que recebe água captada em poços artesianos conduzida por uma adutora, e chega às residências através da rede de distribuição, e complementação por caminhão pipa.

Nesses bairros, é necessário o reforço por caminhão pipa, pois devido falhas no sistema como ligações diretas e clandestinas nas redes adutoras, desperdício e falta de controle no consumo, os poços não são suficientes no abastecimento. Ocorrendo assim, distribuição de água por caminhão pipa, porém de forma ineficaz. Segundo relatos, a frequência de abastecimento é irregular nas duas formas apresentadas. Além disso, a falta de registro e controle da rede existente por parte da concedente, dificulta a identificação real dos locais de sua presença.

No bairro Boa Vista, o problema está nas ligações indevidas na rede adutora, e o reforço do caminhão pipa não atende de forma satisfatória, o qual não permite que o reservatório chegue a sua capacidade total.

Já no Itapuã, Itamaracá, Parque dos Buritis, e Estrela Dalva, de acordo com relatório a ARSAE de 2016, a vazão de água é suficiente para o abastecimento, porém com o mau uso do recurso, o bairro enfrenta dificuldades.

A TAB. 09 detalha o SAA nesses locais com problemas identificados.

Tabela 09 – Dados sobre SAA realizado pela PMC

<b>Localidade: Boa Vista*</b>	
<b>Descrição</b>	<b>2016</b>
Vazão do Poço Artesiano	3.852 litros/hora
Capacidade do Reservatório	21.000 litros
Nº de imóveis atendidos	139
Nº de pessoas beneficiadas	449
Consumo mensal pessoa por dia	120 litros
Valor mensal da taxa de água	R\$ 23,56
Valor médio mensal arrecadado	R\$ 589,00
Percentual de inadimplentes	82,1%
Custo médio mensal do serviço de abastecimento	R\$ 5.035,55
Déficit mensal	R\$ 4.446,55
<b>Localidade: Itapoã e Itamaracá</b>	
<b>Descrição</b>	<b>2016</b>
Vazão do Poço Artesiano	15.000 litros/hora
Capacidade do Reservatório	50.000 litros
nº de imóveis atendidos	128
nº de pessoas beneficiadas	382
Consumo mensal pessoa por dia	903 litros
Valor mensal da taxa de água	R\$ 23,56
Valor médio mensal arrecadado	R\$ 871,72
Percentual de inadimplentes	71,1%
Custo médio mensal do serviço de abastecimento	R\$ 4.632,86
Déficit mensal	R\$ 3.761,14
<b>Localidade: Parque dos Buritis e Estrela Dalva</b>	
<b>Descrição</b>	<b>2016</b>
Vazão do Poço Artesiano	15.754 litros/hora
Capacidade do Reservatório	20.000 litros
nº de imóveis atendidos	92
nº de pessoas beneficiadas	238
Consumo mensal pessoa por dia	1.522 litros
Valor mensal da taxa de água	R\$ 23,56
Valor médio mensal arrecadado	R\$ 212,04
Percentual de inadimplentes	90,3%
Custo médio mensal do serviço de abastecimento	R\$ 3.475,96
Déficit mensal	R\$ 3.263,92

Fonte: ARSAE, 2016.

\*O caminhão-pipa leva 28.000 litros quatro vezes por semana

A TAB. 10 apresenta a relação do SAA que ocorre na área urbana isolada, conforme dados disponibilizados pela Prefeitura municipal.

Tabela 10 – Relação do abastecimento de água que ocorre na área considerada zona urbana distante

Áreas Rurais	Em % Populacional	População hab.	Ligações Água Potável	Abastecimento Carro Pipa e/ou Poços Artesianos	Consumo Mensal de Água Potável m3 por população
Estrela Dalva	15,8%	218	0	Sim	628
Buritís	15,2%	210	0	Sim	604
Boa Vista	13,5%	186	0	Sim	536
Pascoal	10%	138	0	Sim	397
Itapoã	9%	124	0	Sim	358
Quinta dos Palmares	8%	110	0	Sim	318
Itamaracá	7,8%	108	0	Sim	310
Brasilândia	7,5%	103	0	Sim	298
Balaíos/Ibiriçú	4,2%	58	0	Sim	167
Estância Maquiné I	3,2%	44	0	Sim	127
Monte Sinai	3%	41	0	Sim	119
Estância Maquiné II	2,8%	39	0	Sim	111
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1.379</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3.973</b>

Fonte: Prefeitura de Caetanópolis, Mapa de Saneamento- Distribuição, 2019.

### 2..1.10 Qualidade da água tratada

A Portaria nº. 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Portanto a COPASA faz diversas análises (TAB.36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 46) considerando quatro aspectos sendo:

- Físico: que se verifica a cor e a turbidez, ou seja, possíveis alterações na sua transparência ou presença de resíduos.

As alterações na coloração da água são causadas pelo seu contato com resíduos de origem orgânica, como folhas e fragmentos de madeira, ou substâncias metálicas como ferro e manganês. Já a turbidez é causada pelas partículas sólidas em suspensão proveniente do contato da água com o solo e rochas (erosão), ou ainda, aquelas derivadas de rejeitos domésticos e industriais. Sua remoção nos processos

de clarificação da água é associada à eficiência de remoção de partículas, incluindo cistos de protozoários.

Tabela 11 – Parâmetro cor medido

Parâmetro: Cor (UH)														Média
Período – 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	<2,5
	Realizadas	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
Teor médio mensal		-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Limites da Portaria 2914		15												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

Tabela 12 – Parâmetro turbidez medido

Parâmetro: Turbidez (uT)														Média
Período – 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	0,2
	Realizadas	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
Teor médio mensal		-	0,2	0,21	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19	0,22	0,2	0,21	
Limites da Portaria 2914		5												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

- Químico: verifica-se a presença de materiais orgânicos ou inorgânicos que afetem a saúde da população como pesticidas, ferro, alumínio, etc.
- Bacteriológico: verifica-se a existência de coliformes totais avaliando a integridade da água distribuída e a eficiência dos processos de desinfecção na inativação de bactérias patogênicas. Verifica também a existência de *Echerichia coli* que é o parâmetro que indica o possível ingresso de material fecal na rede de distribuição, dentre outros microrganismos.

Tabela 13 – Parâmetro coliforme total medido

Parâmetro: Coliforme total (NMP/100mL)														%
Período – 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	

Nº de amostras	Mínimo exigido	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	0
	Realizadas	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
Teor médio mensal		-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Limites da Portaria 2914		Nº amostras > 40: 95% de ausência/nº amostras <= 40: presença de até 1 amostra												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

Tabela 14 – Parâmetro *Escherichia coli* medido

Parâmetro: <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)														%
Período – 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	1
	Realizadas	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
Teor médio mensal		-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Limites da Portaria 2914		Ausência em 100% das amostras												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

- Hidrobiológico: verifica-se a presença de micro-organismos e organismos (vegetais e animais) que prejudiquem o tratamento da água ou que possam liberar substâncias tóxicas.

O pH é o valor que exprime a qualidade ácida, básica ou neutra com que a água pode se apresentar. Estas características podem estar relacionadas com a capacidade das mesmas de se apresentarem como corrosivas ou incrustantes em relação, aos materiais dos equipamentos com os quais entram em contato, como redes e reservatórios de distribuição. Possui também relação direta com a eficiência da desinfecção através do cloro.

Tabela 15 – Parâmetro pH medido

Parâmetro: Ph														Média
Período - 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,48
	Realizadas	-	10	12	10	15	11	10	10	10	8	11	13	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	10	12	10	15	11	10	10	10	8	11	13	
Teor médio mensal		-	6,45	6,51	6,5	6,5	6,43	6,41	6,46	6,43	6,5	6,53	6,53	
Limites da Portaria 2914		6 a 9,5												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018

O cloro é um produto químico utilizado para eliminar micro-organismos que não foram removidos nas etapas anteriores do tratamento. Sua presença residual na

água tratada final atua como uma segurança adicional contra eventuais contaminações durante o processo de distribuição, sua eficácia para desinfecção está no tempo de contato com a água antes da distribuição.

Já o fluoreto é um produto químico adicionado à água tratada final, com o objetivo de colaborar na prevenção da cárie dental, contribuindo para a melhoria da saúde bucal da população.

Tabela 16 – Parâmetro cloro medido

Parâmetro: Cloro (mg/L Cl)														Média
Período - 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	0,61
	Realizadas	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	25	28	25	28	25	28	28	25	28	25	25	
Teor médio mensal		-	0,61	0,61	0,6	0,59	0,61	0,61	0,61	0,62	0,61	0,64	0,63	
Limites da Portaria 2914		0,2 a 2												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

Tabela 17 – Parâmetro fluoreto medido

Parâmetro: Fluoreto (mg/L F)														Média
Período - 2018		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Nº de amostras	Mínimo exigido	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,74
	Realizadas	-	11	12	10	15	11	10	10	10	8	11	13	
	Dora dos padrões	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dentro dos padrões	-	11	12	10	15	11	10	10	10	8	11	13	
Teor médio mensal		-	0,74	0,74	0,73	0,72	0,74	0,73	0,75	0,74	0,75	0,75	0,76	
Limites da Portaria 2914		0,6 a 0,85												

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

Tabela 18 – Resultado da qualidade da água em 2018

**Dados referentes ao período: 01/2018 a 12/2018 - Portaria 2914/Ministério da Saúde**

Parâmetro	Unidade	Mínimo	Realizados	Fora padrões	Dentro padrões	Valor médio	Limite
Cloro	mg/L CL	187	290	0	290	0,61	0,2 a 2
Coliformes Totais	NMP/100mL	187	290	0	290	100	Obs.
Cor	UH	55	290	0	290	<2,5	15
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	187	290	0	290	-	Obs.
Fluoreto*	mg/L F	0	121	0	121	0,74	0,6 a 0,85
pH*	-	0	120	0	120	6,48	6 a 9,5
Turbidez	uT	187	290	0	290	0,2	5
<p><i>* Parâmetros não obrigatórios de serem realizados na água distribuída (rede e reservatório)</i></p> <p><i>Para os parâmetros Coliforme total e Escherichia coli, os valores médios não se aplicam. Referem-se ao percentual de amostras que atende aos padrões no período, sendo avaliados de acordo com os critérios ao lado.</i></p>		<p><b>Coliforme total:</b>  <b>Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo;</li> <li>- Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 hab. devem apresentar ausência desses indicadores em, pelo menos, 95% das amostras examinadas no mês.</li> <li>- <i>Escherichia coli</i>: Ausência em 100 ml.</li> </ul>					

Fonte: COPASA – Relatório de qualidade da água, 2018.

A escolha do tipo de tratamento da água ocorre de acordo com a qualidade da água captada, considerando parâmetros como cor e turbidez. As análises físico-químicas e bacteriológicas apresentada das amostras coletadas na rede de distribuição atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011 para todos os meses avaliados.

### 2.1.11 Apresentação dos problemas apontados pelas comunidades

Foi realizada a aplicação de formulários para a população avaliar a situação atual do sistema de saneamento básico do município e identificar seus respectivos problemas. Dessa forma segue os resultados gerados (TAB. 19, FIG. 08 e FIG. 09) através das respostas obtidas com os caetanopolitanos.

Tabela 19 – Tipo de abastecimento de água por bairro

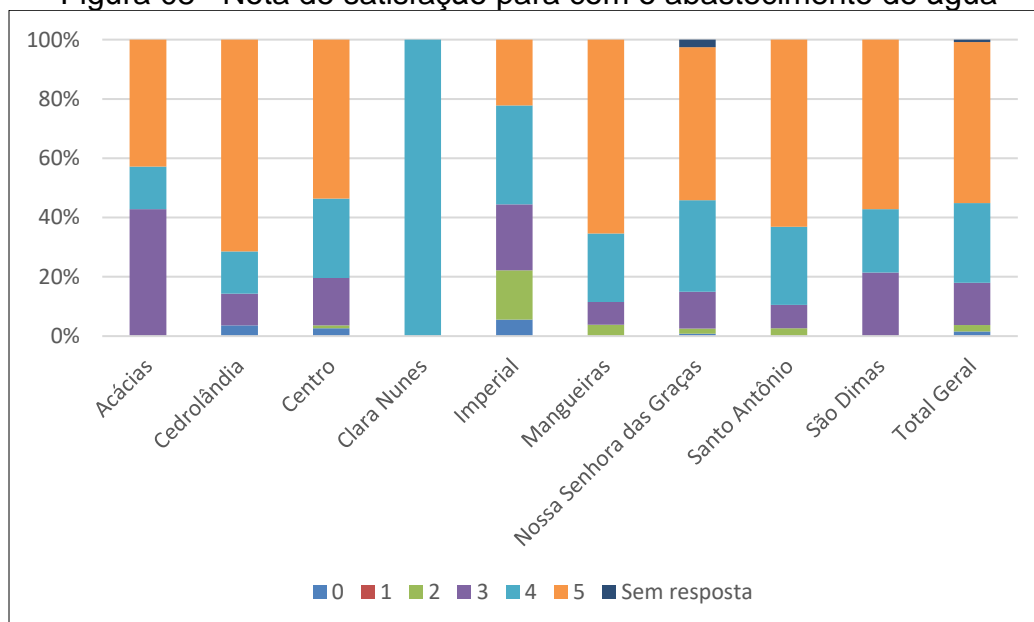
Bairros	Cisterna	Misto	Prefeitura	Rede
---------	----------	-------	------------	------



		Rede e cisterna	Rede e/ou caminhão pipa	
<b>Acácias</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Cedrolândia</b>	3,57%	0,00%	3,57%	92,86%
<b>Centro</b>	0,00%	0,89%	0,00%	99,11%
<b>Clara Nunes</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Imperial</b>	5,56%	0,00%	0,00%	94,44%
<b>Mangueiras</b>	3,85%	0,00%	0,00%	96,15%
<b>Nossa Senhora das Graças</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Santo Antônio</b>	2,63%	0,00%	0,00%	97,37%
<b>São Dimas</b>	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Total Geral</b>	<b>1,06%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>98,42%</b>

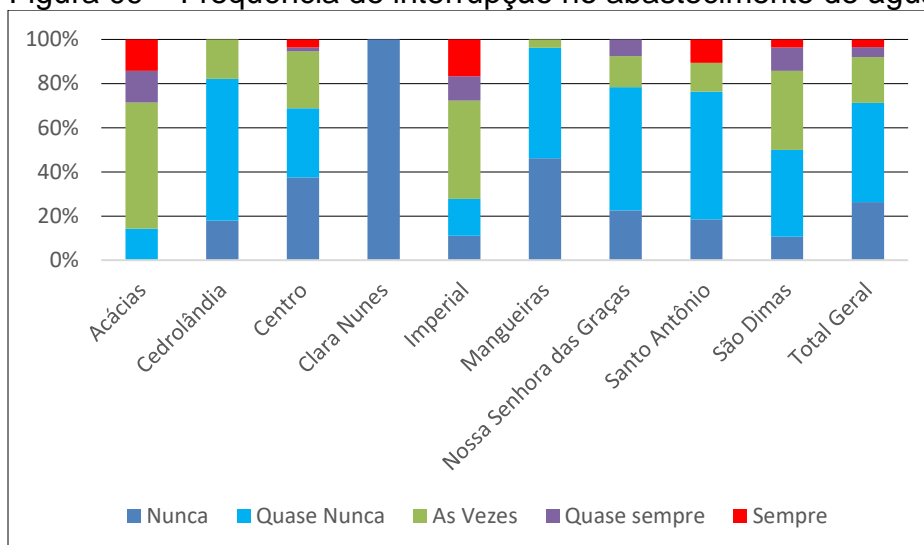
Observa-se que maior parte do município é abastecida através da rede da COPASA. No que tange quanto a satisfação dos moradores para com o abastecimento de água, pode-se observar na FIG. 36, que a maioria da população se encontra satisfeita com o serviço prestado, onde a nota 0 representa àqueles muito insatisfeitos e a nota 5 representa àqueles muito satisfeitos.

Figura 08– Nota de satisfação para com o abastecimento de água



Quanto as interrupções no serviço de abastecimento de água, a FIG. 37 apresenta a frequência em que ocorre.

Figura 09 – Frequência de interrupção no abastecimento de água



#### 2.1.11.1 Percepção dos moradores da área urbana

Para que houvesse possibilidade de compreender a percepção dos moradores da cidade de Caetanópolis, foram realizadas entrevistas com os mesmos, através de aplicação de formulários, referentes ao sistema de saneamento básico, em que a área urbana tem percepções acerca da COPASA que fornece o serviço de abastecimento de água dessa região, podendo assim constar as seguintes questões.

Moradores dessa região relataram que quase não falta água em suas residências, e que a estão satisfeitos com o serviço. Entretanto, alguns alegaram problemas a água que chega em suas residências como, a coloração esbranquiçada identificada como excesso de cloro.

#### 2.1.11.2 Percepção dos moradores da área urbana distante

Através da entrevista realizada com os moradores, observa-se que há falta de água na região, e isso interfere de forma significativa na qualidade de vida dos moradores locais. O abastecimento é feito de forma intercalada um dia sim e outro não, além da ocorrência de falta d'água no dia do abastecimento. Desta forma, a população é prejudicada pela ausência do recurso hídrico, a prefeitura municipal, informou que para suprir essas necessidades é direcionado caminhão pipa para

---

abastecimento, apesar desta medida os munícipes dessa região relataram ineficácia dessa medida.

### 2.3 Serviço de Abastecimento de Água

A partir do cenário atual do sistema de abastecimento de água do Município de Caetanópolis, descrito no Diagnóstico Técnico Participativo desse plano, devem ser apontados algumas variáveis, na composição do cenário de referência para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), que busca a qualidade e melhoria dos serviços e sua universalização.

A gestão do sistema de abastecimento de água é realizada através da concessão da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) em âmbito Urbano sendo que na área denominada Zona Urbana Distante o abastecimento é realizado pela Prefeitura Municipal. O Município de Caetanópolis, não possui Plano Diretor de Abastecimento de Água, o qual não tem obrigatoriedade de ser elaborado, porém pode auxiliar, significativamente na gestão do sistema.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Caetanópolis atende 94,38% da sua população urbana, com disponibilidade de rede de distribuição de água. A Zona Urbana Distante é abastecida pela Prefeitura Municipal através da rede adutora existente e de auxílio de caminhão pipa, sendo as comunidades rurais abastecidas por sistemas próprios (poços), operados pela própria comunidade.

A captação do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Caetanópolis ocorre exclusivamente através de manancial subterrâneo e conta com 11 poços de captação. Desse total 5 poços estão de reserva e 6 ativos, (ARSAE-MG,2016), e juntos operam para abastecer o município de Caetanópolis com vazão total de 19,85 l/s conforme SNIS (2017).

De acordo com informações do SNIS (2017) a sede urbana contava com 3.533 ligações e 3.759 economias ativas de água. Para a realização das projeções de demanda de abastecimento de água, visando o crescimento da demanda de consumo de água no município, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q_{med} = \frac{P.C}{86400} \text{ (% de perda na rede)}$$

Onde:  $Q_{med}$ : vazão média (L/s);

P: população urbana;

C: consumo per capita (L/hab./dia).

### 2.3.1 Projeções da demanda anual de água para área de planejamento ao longo de 20 anos

Utilizando a equação para os cálculos das vazões médias e as vazões de distribuição, bem como os dados disponibilizados pelo município, pela COPASA e no SNIS, a TAB. 20 demonstra as vazões estimadas para o período de 20 anos para o município de Caetanópolis, baseada na projeção populacional apresentada. O valor utilizado para a realização dos cálculos para o consumo foi de 149,40 L/hab/dia, valor referente ao consumo real de 2017 (SNIS, 2017).

Tabela 20 – Estudo de demanda para o sistema de abastecimento de água do município de Caetanópolis

Ano	População (hab)	Vazão média (L/s)	Vazão de distribuição (L/s)	Vazão de captação projetada (L/s)	Superávit/déficit de vazão (L/s)
2017	11.558	25,51	45,92	30,61	- 10,76
2018	11.764	25,97	46,74	31,16	- 11,31
2019	11.973	26,43	47,57	31,71	- 11,86
2020	12.186	26,90	48,42	32,28	- 12,43
2021	12.403	27,38	49,28	32,85	- 13,00
2022	12.624	27,86	50,16	33,44	- 13,59
2023	12.848	28,36	51,05	34,03	- 14,18
2024	13.076	28,86	51,95	34,63	- 14,78
2025	13.308	29,37	52,87	35,25	- 15,40
2026	13.545	29,90	53,82	35,88	- 16,03
2027	13.785	30,43	54,77	36,51	- 16,66
2028	14.029	30,97	55,74	37,16	- 17,31
2029	14.279	31,52	56,73	37,82	- 17,97
2030	14.533	32,08	57,74	38,49	- 18,64
2031	14.791	32,65	58,77	39,18	- 19,33
2032	15.054	33,23	59,81	39,87	- 20,02
2033	15.322	33,82	60,88	40,58	- 20,73
2034	15.594	34,42	61,96	41,30	- 21,45
2035	15.871	35,03	63,06	42,04	- 22,19
2036	16.152	35,65	64,17	42,78	- 22,93
2037	16.438	36,28	65,31	43,54	- 23,69
2038	16.730	36,93	66,47	44,31	- 24,46
2039	17.027	37,58	67,65	45,10	- 25,25

Dados utilizados para os cálculos:

- Consumo de água = 149,4 L/hab./dia;
- $K1 = 1,2$  (coeficiente máximo diário);
- $K2 = 1,5$  (coeficiente máximo horário);
- Perdas na distribuição = 27,65%;
- Vazão de captação dos poços subterrâneos = 149,4 L/s
- Projeção populacional de acordo com dados MCD;
- Vazão média ( $Q_{med}$ ) = [população urbana \* consumo médio per capita \* (1 + 27,65%)],
- Vazão de distribuição = [ $K1 * K2 * Q_{med}$ ];
- Vazão de captação = [ $K1 * Q_{med}$ ];
- Diferença entre a vazão de captação outorgada atual e a vazão de captação projetada

Fonte: Equipe Executiva, 2017

Observando a TAB. 20 é possível afirmar que o município atualmente já se encontra com déficit no sistema de abastecimento de água, sendo necessário tomar medidas para que o problema não se agrave ainda mais futuramente como demonstra a tabela.

### **2.3.2 Projeção da demanda de reservação**

Reservatórios são locais próprios para acumulação e passagem de água localizados em pontos estratégicos do sistema de forma que, garanta a quantidade de água. Os reservatórios de Caetanópolis devem atender a norma NBR 12.217/1994. Para garantir a quantidade de água demandada pela população, foi considerado na projeção a demanda de reservação de água para 20 anos (TAB. 21). Tal projeção foi estimada adotando o consumo de 149,40 l/hab. dia, apresentados no SNIS (2017).

Tabela 21 - Estudo do sistema de demanda de reservação

Ano	População (hab.)	Volume consumido no dia de maior consumo (m <sup>3</sup> )	Volume necessário para reservação (m <sup>3</sup> )	Volume de reservação (m <sup>3</sup> )	Superávit/déficit de reservação (m <sup>3</sup> )
2017	11.558	2.072,12	690,71	750	59,29
2018	11.764	2.109,05	703,02	750	46,98
2019	11.973	2.146,52	715,51	750	34,49
2020	12.186	2.184,71	728,24	750	21,76
2021	12.403	2.223,61	741,20	750	8,80
2022	12.624	2.263,23	754,41	750	-4,41
2023	12.848	2.303,39	767,80	750	-17,80
2024	13.076	2.344,27	781,42	750	-31,42
2025	13.308	2.385,86	795,29	750	-45,29
2026	13.545	2.428,35	809,45	750	-59,45
2027	13.785	2.471,37	823,79	750	-73,79
2028	14.029	2.515,12	838,37	750	-88,37
2029	14.279	2.559,94	853,31	750	-103,31
2030	14.533	2.605,48	868,49	750	-118,49
2031	14.791	2.651,73	883,91	750	-133,91
2032	15.054	2.698,88	899,63	750	-149,63
2033	15.322	2.746,93	915,64	750	-165,64
2034	15.594	2.795,69	931,90	750	-181,90
2035	15.871	2.845,35	948,45	750	-198,45
2036	16.152	2.895,73	965,24	750	-215,24
2037	16.438	2.947,00	982,33	750	-232,33
2038	16.730	2.999,35	999,78	750	-249,78
2039	17.027	3.052,60	1.017,53	750	-267,53

A partir da análise da TAB.25, percebe-se que o município iniciará seu déficit em reservação com 4,41 m<sup>3</sup> no ano de 2022, precisando desta forma, iniciar um planejamento para ampliar a capacidade de reservação do município e para a construção de novos reservatórios.

### 2.3.3 Descrição dos principais mananciais passíveis de serem utilizados para o abastecimento de água da área de planejamento

O desenvolvimento dos municípios nos contextos urbanos atuais associados quase sempre à processos ambientalmente predatórios como de expansão urbana acelerada e desordenada e massivo uso de terras para agricultura tem suprimido os mananciais utilizados para o abastecimento público. Deste modo, têm-se agregado nestes aspectos reflexos na disponibilidade de

recursos e qualidade destes gerando graves impactos socioeconômicos no desenvolver do fator urbano sobre diversas regiões.

A captação de água para consumo e uso no município de Caetanópolis é realizada pela COPASA de Caetanópolis através de 11 poços localizados dentro do perímetro urbano municipal.

A outorga, de acordo com a ANA – Agência Nacional de Águas, neste caso tem objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, onde é considerado “uso” todas as atividades humanas que provoquem alterações nas condições naturais da água, assim como o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos.

De acordo com o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, no estado de Minas Gerais, essa outorga é regida pela Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei 13.199/1999) que é a base do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos Estadual.

As características de profundidade, regime de bombeamento, vazão outorgada e vazão produzida dos mananciais subterrâneos no município de Caetanópolis, não foram identificadas, pois a COPASA não disponibilizou os dados solicitados.

O abastecimento de água era, até início de 2019, feito de forma mista com poços de captação subterrânea e por captação superficial no Rio Paraopeba contando com uma ETA – Estação de Tratamento de Água, sendo que cerca de 20% da água captada vinha do rio em questão.

Com a qualidade da água sendo afetada pelo desastre ambiental na barragem de rejeitos na Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho no início de 2019 que atingiu o Rio Paraopeba, a captação superficial de água para abastecimento foi interrompida.

Deste modo, como recursos buscados pelo município para possibilitar o pleno abastecimento à população, foi encontrado três possíveis soluções sendo a primeira, já executada, a perfuração de novos poços no município, mas estes, apresentaram baixa vazão para captação de água.

Outra solução estudada foi fazer captação superficial pelo Ribeirão Cedro, mas neste existe também, principalmente nas épocas de estiagem, uma vazão baixa o que inviabilizaria o processo. A terceira solução a ser estudada, seria a captação subterrânea por um poço no município de Cordisburgo que



apresentava vazão suficiente para suprir o abastecimento necessário, entretanto para viabilidade de tal solução seria necessária toda uma estruturação de captação e transporte dessa água por adutoras, bombas e etc.

#### **2.3.4 Previsão de eventos de emergência e contingência do serviço de abastecimento de água**

A TAB.22 informa potenciais eventos de emergência e contingência relacionados o serviço de abastecimento de água – SAA. Além de indicar ações necessárias para solucionar os possíveis problemas.

Tabela 22- Ações de emergência e contingência do serviço de abastecimento de água

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
Danificação de estruturas	Ações de Vandalismo	Implementar rodízio de abastecimento com caminhão pipa nas áreas afetadas
		Reparar as instalações danificadas
		Controlar e racionar o abastecimento de água
		Acionar os órgãos de segurança pública
Danificação de estruturas	Problemas mecânicos e hidráulicos na captação	Realizar manutenção imediatamente e fiscalizar se o ocorrido repetirá
Danificação de estruturas	Danificação de equipamentos nas captações, adutoras e estações elevatórias de água tratada	Realizar manutenção imediatamente
		Informar à Concessionária
Danificação de estruturas	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada ou rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada	Realizar manutenção imediatamente
		Transferir a água do setor de abastecimento
		Abastecer a área danificada com caminhões pipa
		Informar à Concessionária
Falta de energia elétrica	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção ou distribuição de água	Informar à Concessionária

Continua...

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
Falta de energia elétrica	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição	Informar à Concessionária
		Controlar e racionar o abastecimento de água
		Transferir água entre setores de abastecimento
Falta d'água devido a consumos atípicos	Falta d'água devido ao consumo em horários de pico	Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
Falta d'água devido a consumos atípicos	Falta d'água devido ao aumento do consumo nos períodos de maior fluxo de turistas	Ampliar os reservatórios nas estadias
		Abastecer a área danificada com caminhões pipa
		Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
Deficiência na qualidade da água	Qualidade inadequada da água dos mananciais	Instalar sistema de monitoramento no abastecimento de água
Deficiência na qualidade da água	Deficiências de água nos mananciais em períodos de estiagem	Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões pipa
		Aplicar sistema tarifário diferenciado para período de estiagem prolongada
Contaminação do SAA e de mananciais	Vazamento de produtos químicos nas instalações de água	Realizar manutenção imediatamente
		Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
		Implementar rodízio de abastecimento com caminhões pipa
		Abastecer a área danificada com caminhões pipa

Continua...

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
<b>Contaminação do SAA e de mananciais</b>	Acidente com carga perigosa/contaminante	Comunicar aos órgãos públicos responsáveis
		Informar à Concessionária
		Interromper o abastecimento de água da área atingida
		Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
		Implementar rodízio de abastecimento com caminhões pipa
<b>Contaminação do SAA e de mananciais</b>	Contaminação por fossas negras	Informar à Concessionária
		Comunicar aos órgãos públicos responsáveis
		Detectar o local e tamanho da área afetada
		Realizar campanhas para otimizar o consumo de água
		Utilizar a capacidade ociosa de mananciais não atingidos pela ocorrência de contaminação
<b>Contaminação do SAA e de mananciais</b>	Vazamento de efluentes industriais	Implementar rodízio de abastecimento com caminhões pipa
		Informar à Concessionária
		Comunicar a população e aos órgãos públicos responsáveis
		Interromper temporariamente o abastecimento de água
		Interromper as atividades da indústria até que se avalie o ocorrido
		Controlar a água dos reservatórios para que durem por mais tempo
		Utilizar a capacidade ociosa de mananciais não atingidos pela ocorrência de contaminação
Implementar rodízio de abastecimento com caminhões pipa		

## 2.5 Programa de Abastecimento de Água na Área Urbana

Grande parte da população encontra-se satisfeita com a qualidade da água que chega em sua residência, porém, em alguns bairros como o Acácias, Imperial e São Dimas, existem reclamações por parte da comunidade, bairros estes que são os mais afetados quanto à falta d'água. No geral, a reclamação mais contundente por parte da população foi sobre a coloração da água esbranquiçada ao chegar nas residências, a qual geralmente, a população identifica o cloro como causa desse evento.

Da população localizada na área urbana 94,38% é atendida pela COPASA (ARSAE, 2016), e possui água encanada em sua residência. Além desse serviço, algumas pessoas informaram possuir poços artesianos ou cisternas, podendo também existirem outros sistemas alternativos dos quais não foram informados, devido a inexistência de autorizações legais necessárias, como outorgas.

Visando a melhoria do serviço de abastecimento de água do município, é necessário que a COPASA trabalhe em conjunto com a Prefeitura, a fim de esclarecer dúvidas da população com relação à coloração da água e tipo de tratamento, por exemplo, através de ações educativas como cartilhas distribuídas em escolas e residências, carros de som, rádio local, e outras mídias sociais.

Para identificar o estado de conservação e vida útil da canalização existente no município, é de extrema relevância a realização de um estudo adequado, em virtude de se tratar de tubulações antigas, podendo verificar os pontos críticos e prever intervenções. Assim como deve ser realizado pela companhia, um planejamento futuro, visando à manutenção dos poços de captação de água e investigação de novas fontes para captação, pois caso seja preciso desativar poços, haverá novos pontos de coleta para atender a demanda da população. Atualmente o sistema atende bem as necessidades dos munícipes, porém, levando em conta o crescimento populacional, ao longo de 20 anos, caberá a necessidade de expansão da rede na área urbana e a possibilidade de criação de novas estações elevatórias.

Em relação à fiscalização de poços artesianos, cisternas e/ou ligações clandestinas nos hidrômetros, a COPASA em conjunto com a Prefeitura deve

intensificar tal fiscalização de forma periódica, tomando medidas cabíveis para com os infratores.

Nos bairros Acácias e Imperial, a falta de água relatada pelos moradores, se deve ao fato deles estarem em pontos altos do município, que dificulta a chegada da água através dos poços. Alternativas como: aumento da potência da bomba nos poços que abastecem estes bairros a fim de levar água em locais mais distantes ou mais altos; instalação de outra bomba no decorrer da canalização para dar mais potência nos pontos críticos; construção de outro reservatório mais alto e com maior capacidade de armazenamento para abastecer as casas; instalar uma bomba mais potente no reservatório que leve a água até a residência; podem sanar o problema de falta de água nesses bairros, desde que seja realizado um estudo de viabilidade para destacar a melhor alternativa.

No que se refere ao bairro Imperial, foi constatado através de mapas altimétricos do município que ele está em um dos pontos mais baixos da cidade, além de estar próximo ao reservatório do bairro Nossa Senhora das Graças. Em relação às reclamações quanto à falta de água por parte dos moradores, deve-se estudar a viabilidade de aumentar a capacidade dos reservatórios daquela região e/ou colocar uma bomba mais potente no reservatório durante o percurso. Ações como estas podem sanar o problema de abastecimento de água neste bairro. Nesse sentido, as ações que devem ser implantadas estão apresentadas na TAB 23, com os respectivos planos de ação dispostos na TAB 23.1.

Tabela 23 - Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana

<b>A1 - Programa de abastecimento de água na área urbana</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A1.1</b>	Identificar poços clandestinos e tomar as providências cabíveis.	Curto
<b>A1.2</b>	Ter um controle de poços artesianos regularizados	Curto
<b>A1.3</b>	Identificar pontos críticos na rede e viabilizar melhorias.	Médio
<b>A1.4</b>	Fiscalizar ligações clandestinas e funcionamento de hidrômetros.	Curto
<b>A1.5</b>	Realizar estudo hidrogeológico	Curto
<b>A1.6</b>	Verificar a necessidade de construção de novos reservatórios.	Médio
<b>A1.7</b>	Estudar e executar a melhor alternativa para sanar o problema de falta de água nos bairros Acácias, Imperial e São Dimas.	Curto

Tabela 23.1- Plano de ação voltado ao programa de abastecimento de água na área urbana.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A1.1</b>	Fiscalização para poços irregulares -Profissionais capacitados.	Custo de 03 fiscais R\$ 1.780,55. (R\$ 5.341,65 mensal)		
<b>A1.2</b>	Fiscalização e Outorga de direito de uso do recurso hídrico	Custo estimado no item A1.1		
<b>A1.3</b>	Criação de uma equipe organizada de planejamento e controle da manutenção		Custo de 04 funcionários (Auxiliar de Obras e Serviços R\$1.175,70) Valor mensal R\$4.702,80)	
<b>A1.4</b>	Fiscalização para ligações irregulares - Contratação de profissionais capacitados.	Custo estimado no item A1.1		
<b>A1.5</b>	Estudo hidrogeológico elaborado por um geólogo e uma equipe multidisciplinar		Custo estimado de R\$ 70.000,00	
<b>A1.6</b>	Estudo do suporte dos atuais reservatórios/dimensionamento de novos.		Custo estimado no item A2.6	
<b>A1.7</b>	Construção de reservatório em ponto estratégico ou instalação de bomba potente	Custo estimado de uma bomba submersa R\$ 3.000,00		



### **2.5.1 Programa de Abastecimento de Água nas Áreas Urbanas Distantes**

A universalização do abastecimento de água é um princípio fundamental, o acesso a esse recurso básico é necessário para se garantir uma condição mínima para qualidade de vida. O município de Caetanópolis atualmente encontra-se com o abastecimento de água regular realizado de forma parcial, evidenciando dessa forma a necessidade de ampliação da rede, visto que a área mais afetada nesse quesito é a denominada área urbana distante, faz se necessário criar meios para que esse déficit seja suprido.

A área urbana distante é atendida pela prefeitura, ela tem atualmente como formas de abastecimento uma adutora, porém em determinados locais, atende de forma insuficiente e ineficaz e para suprir tal deficiência utiliza-se o abastecimento por meio de caminhões pipa, o qual não se tem um controle e programação para sua realização. Além disso não há controle efetivo de um consumo micro medido para determinação assertiva da quantidade de perda de água e do consumo em excesso por parte da população.

Dessa forma, para que se tenha êxito no abastecimento d'água na área urbana distante e alcançar objetivos como universalização do abastecimento, redução das perdas de água, regularização da vazão distribuída e entre outros, é preciso que se realize medidas como, manutenção da rede adutora existente, identificação dos pontos de perda de água seja por ligação clandestina ou por equipamentos danificados da rede, ampliação da rede de distribuição de água para toda a área, regularização do abastecimento de água para que ocorra de forma diária e sem interrupções constantes, instalação de hidrômetros com intuito de aferir perdas de água e corrigi-las, regularização de um meio efetivo para cobrança do serviço (uma vez que atualmente o número de inadimplentes é alto, e com sua regularização será mais um meio para se custear as melhorias básicas), também é fundamental meios de conscientização da população para o uso consciente do recurso.

Nesse sentido, as ações que devem ser implantadas estão apresentadas na TAB 24, com os respectivos planos de ação dispostos na TAB 24.1.

Tabela 24 - Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana distante

<b>A2 - Programa de abastecimento de água na área urbana distante</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		AG1; AG2; AG3; AG6; AG8
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A2.1</b>	Abastecer os bairros com deficiência no SAA, com caminhão pipa de forma programada.	Imediato/Curto
<b>A2.2</b>	Manutenção da rede adutora existente.	Curto/Médio
<b>A2.3</b>	Identificação e correção dos pontos de perda de água que ocorrem na rede.	Curto/Médio
<b>A2.4</b>	Instalação de hidrômetros.	Curto
<b>A2.5</b>	Regularização da tarifação do SAA.	Médio
<b>A2.6</b>	Ampliação e substituição da rede de abastecimento	Curto/Médio/Longo
<b>A2.7</b>	Aumentar capacidade de preservação.	Médio
<b>A2.8</b>	Implantação de monitoramento da qualidade da água tratada fornecida a população.	Imediato/Curto
<b>A2.9</b>	Prospecção de novas fontes para o abastecimento.	Médio/Longo

Tabela 24.1 - Planos de ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área urbana distante

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A2.1</b>	Cronograma de abastecimento 03 vezes por semana de forma programada.	Custo estimado de R\$ 1.000,00 (Considerando valor do diesel a R\$ 3,57 distância percorrida 800KM)		
<b>A2.2</b>	Manutenção preventiva de todo o sistema.	Custo estimado no item A1.3		
<b>A2.3</b>	Pesquisa de localização, equipamentos, pesquisa acústica, Utilização de mão de obra qualificada.	Geofone eletrônico e haste de escuta - Custo estimado R\$ 2.700,00 por kit		
<b>A2.4</b>	Fiscalização, medição e cálculo do suporte de vazão	Custo por hidrômetro R\$ 70,00		
<b>A2.5</b>	Definir o sistema de cobrança de acordo com o consumo. Volume mínimo faturado 10m <sup>3</sup>	Sem custo		
<b>A2.6</b>	Profissional competente (Engenheiro Civil)	Custo estimado de R\$ 160,00 por hab.		
<b>A2.7</b>	Profissional competente (Engenheiro Civil)	Custo estimado no item A2.6		
<b>A2.8</b>	Realizar análises laboratoriais.	A Copasa deve fornecer os resultados do monitoramento.		
<b>A2.9</b>	Estudo hidrogeológico elaborado por um geólogo e uma equipe multidisciplinar		Custo estimado no item A1.5	

## 2.5.2 Programa de Abastecimento de Água nas Áreas Rurais

No âmbito rural, a questão do fornecimento de água se difere de regiões urbanizadas com população mais concentrada. Utilizam-se soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, distintas do sistema de abastecimento de água encontrado nos grandes centros, no meio rural é comum servir-se de poços, fontes, distribuição por veículo transportador, entre outras soluções, chamadas de individuais, geralmente aplicadas em áreas de população mais dispersa, referindo-se exclusivamente ao domicílio tanto a tecnologia, como o custo, levando em conta as características de cada local (FUNASA, 2006).

Em Caetanópolis existem alguns povoados como São Bento, Lagoinha e Três Pontas. O abastecimento de água em São Bento é realizado através de poço artesiano que por meio de uma adutora leva essa água para um reservatório que por fim abastece as famílias. Nesse povoado existem muitos problemas de ligações clandestinas na rede adutora, o que dificulta a chegada da água no reservatório, prejudicando o abastecimento. Além disso, 87,1% desses moradores estão endividados com a prefeitura quanto a conta de água. Já em Lagoinha e Três pontas o abastecimento é realizado através de um caminhão pipa.

Para melhorar a qualidade de vida desses moradores que em sua maioria são produtores rurais, a Prefeitura Municipal de Caetanópolis - PMC deve propor uma alteração contratual (dentro dos meios legais) do Contrato de Prestação de serviços da COPASA, em que a companhia se torna responsável pelo abastecimento de água dessas regiões. Cabendo a prefeitura auxiliar nas ações de melhoria.

Para a comunidade São Bento, será necessário intensificar a fiscalização das ligações clandestinas na adutora, tomando as devidas providências. Deve-se fazer um estudo verificando se o poço (sem as ligações clandestinas) atende a demanda da população, caso não seja possível o atendimento, deve-se verificar a necessidade de perfurar um novo poço. Como planejamento futuro, é crucial verificar a necessidade de ampliar o sistema de abastecimento tão quando a identificação de novos pontos de coleta e até mesmo aumentar o número de reservatórios. Com relação a grande inadimplência dos moradores, a PMC pode criar um programa de parcelamento das dívidas, enviando um funcionário até a comunidade e analisando caso a caso.

No que se refere ao povoado Lagoinha, deve-se verificar a viabilidade de construção de uma rede de distribuição de água tratada subterrânea (poço). Para o povoado de Três Pontas o mais viável seria a perfuração de cisternas individuais com um sistema de captação de água pluvial para atender as necessidades dos moradores, considerando o pequeno número de residentes do povoado e o uso insignificante da água (relacionado à outorga). A TAB 25 informa as ações voltadas ao serviço de abastecimento de água na área rural com os planos de ação dispostos na TAB 25.1.

Tabela25 - Ações voltadas ao programa de abastecimento de água na área rural

<b>A3 - Programa de abastecimento de água na área rural</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A3.1</b>	Propor alteração contratual com a COPASA deixando-a responsável pelo abastecimento.	Curto
<b>A3.2</b>	Intensificar fiscalização das ligações clandestinas na adutora da comunidade São Bento.	Imediato
<b>A3.3</b>	Verificar se o poço da comunidade São Bento atende as necessidades dos moradores.	Imediato
<b>A3.4</b>	Planejar novos pontos de coleta de água para o povoado de São Bento caso necessário.	Médio
<b>A3.5</b>	Criar um programa de parcelamento da dívida dos inadimplentes das contas de água do povoado São Bento.	Imediato
<b>A3.6</b>	Viabilizar construção de uma rede de distribuição de água tratada para as comunidades de Lagoinha e Três Pontas.	Médio
<b>A3.7</b>	Intensificar distribuição por veículo transportador de água na Lagoinha e Três Pontas.	Imediato
<b>A3.8</b>	Incentivar a utilização de água pluvial nessas áreas.	Curto

Tabela 25.1 - Plano de ação voltada ao programa de abastecimento de água na área rural

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A3.1</b>	Prefeitura dar a concessão a COPASA para o abastecimento de água de todo o município.	COPASA apresentar plano de investimento.		
<b>A3.2</b>	Profissionais capacitados.	Custo estimado no item A1.1		
<b>A3.3</b>	Monitoramento do poço.	Custo estimado de medidor de fluxo de vazão R\$ 2.000,00 unidade		
<b>A3.4</b>	Estudo hidrogeológico elaborado por um geólogo e uma equipe multidisciplinar		Custo estimado no item A1.5	
<b>A3.5</b>	Fiscalização com relação a inadimplência.	Custo estimado no item A1.1		
<b>A3.6</b>	Projeto hidráulico embasado no consumo da comunidade e nos diferentes usos da água		Custo estimado no item A2.6	
<b>A3.7</b>	Intensificar a utilização de caminhão pipa para o abastecimento da região	Custo estimado no item A2.1		
<b>A3.8</b>	Campanhas, cartilhas educativas e palestras.	Custo estimado no item A7.1		

### 2.5.3 Programa de Organização Institucional

Atualmente, na cidade de Caetanópolis o abastecimento de água é realizado por duas instituições, pela COPASA, através de contrato de concessão, que é responsável pelo abastecimento da área urbana, e pela prefeitura, responsável pelo abastecimento na denominada área urbana distante.

A organização é de suma importância para um sistema de abastecimento de água eficaz, com um registro e controle de dados tais como, os locais onde há presença de rede e o estado em que se encontram, podendo identificar as necessidades de manutenções, a identificação dos locais onde há deficiência e ausência do abastecimento, estas informações são importantes para a criação de planos e ações para a aplicação dos investimentos necessários por parte da prestadora de serviço.

Dentro disso faz se necessário uma boa comunicação entre tais instituições, para que o serviço seja realizado por ambas as partes de forma eficiente, suprindo as necessidades da população, tendo um bom sistema de armazenamento de informações, e um planejamento conjunto determinando de forma clara os direitos e deveres de cada.

Assim, é necessário a implementação de programas tais como, a criação de um sistema único de dados referentes ao abastecimento de água, garantindo assim uma ampla visão da situação do município e suas necessidades; definir de forma clara os direitos e deveres de cada instituição para que ações possam ser tomadas de forma rápida em todo o município sem terceirização de responsabilidades, e protelações nas resoluções de problemas; criação de setor unicamente responsável pelo abastecimento de água na prefeitura, para que se tenha um controle maior das ações realizadas e necessárias a um abastecimento de água coerente com as necessidades da população; posteriormente a unificação do abastecimento de água de todo o município através de somente uma instituição, podendo esta ser a COPASA, aumentando dessa forma a viabilidade dos investimentos necessários nesse setor do município. Com isso, na TAB. 26 são apresentadas as ações básicas a serem implantadas e os respectivos planos de ação dispostos na TAB 26.1.

Tabela 26 - Ações voltadas ao programa de organização institucional

<b>A4 - Programa de organização institucional</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG4; AG6;</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A4.1</b>	Definir de forma clara as responsabilidades de cada instituição responsável pelo abastecimento de água do município.	Imediato
<b>A4.2</b>	Criar na prefeitura setor responsável unicamente pelas questões referentes ao abastecimento de água.	Imediato
<b>A4.3</b>	Criar sistema de informação do abastecimento de água.	Curto
<b>A5.4</b>	Unificar o abastecimento de água através de uma única instituição para todas as áreas do município.	Médio



Tabela 26.1 -Plano de ação voltada ao programa de organização institucional

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A4.1</b>	As responsabilidades estarão definidas no Plano Diretor de Abastecimento de Água.	Custo estimado no item A5.4		
<b>A4.2</b>	Criação da Pasta de Meio Ambiente			
<b>A4.3</b>	Gerenciamento através do cadastro/GIS.	Cadastro GIS/ Treinamento de funcionário		
<b>A4.4</b>	Prefeitura dar a concessão a COPASA		COPASA apresentar plano de investimento.	

#### 2.5.4 Programa de Ampliação e Melhorias na Captação de Água

Um dos mais importantes programas para garantir o abastecimento de água do município é o aumento da capacidade de captação, visto que os moradores das áreas urbana distante e rural não recebem o serviço com qualidade e na quantidade que precisam, dificultando assim diversas atividades do dia a dia, sendo que mesmo na área urbana existem bairros que sofre com interferências no abastecimento de água. Por essa razão, é fundamental que haja o investimento na abertura de novos poços, com isso, é proposto que sejam realizados estudos hidro geológicos, a fim de identificar a viabilidade técnica-econômica da captação de água subterrânea, uma vez que o abastecimento pelo Rio Paraopeba ficou prejudicado devido ao desastre ambiental em Brumadinho.

É fundamental que ocorram melhorias na qualidade dos serviços já ofertados, como a implantação dos Distritos de Medição e Controle (DMC), conforme sugerido em norma técnica pertinente, que consiste na revisão do sistema de distribuição, objetivando ter maior controle do que ocorre em cada região, e implanta

registros para que durante manutenções em determinada área, a área próxima não seja afetada. Além do controle de perdas visíveis no sistema, é necessário o controle eficiente de vazamentos não visíveis, que deverá ser realizada por métodos acústicos de detecção de vazamentos, podendo ser feito por equipamentos como haste de escuta, geofone eletrônico ou outros equipamentos relacionados, e após a identificação do local de vazamento, o mesmo deverá ser restaurado rapidamente por mão de obra qualificada.

Outra ação que deve ser mantida é a macromedição, que consiste em instalar hidrômetros nos poços artesianos, para que seja possível avaliar a quantidade de água que sai e posteriormente a vazão que chega até as residências, sendo essa mais uma maneira de identificar perdas.

Para que se obtenha informações mais precisas sobre perdas e maior precisão na medição é preciso fazer a substituição dos hidrômetros dos poços, que conforme o passar do tempo se desgastam, diminuindo assim a sua exatidão.

Outra maneira de melhorar o sistema como um todo é priorizar a aquisição de equipamentos e motores novos com selo de certificação de economia energética, na compra e instalação para novas unidades operacionais ou durante consertos em unidades já existentes; essas e outras ações trarão benefícios não somente aos moradores, mas também a própria concessionária do serviço.

É indispensável que o serviço de abastecimento de água seja unificado para todo o município, a fim de que evite indefinições sobre quem é responsável por determinado bairro ou atividade, o que torna as soluções ainda mais lentas, onde o principal prejudicado são os usuários desse serviço. Igualmente, é importante que seja realizado o monitoramento da qualidade da água captada e que haja a divulgação dos valores obtidos. Na TAB. 27 são apresentadas as ações básicas de melhoria a serem implantadas e na TAB 26.1 os respectivos planos de ação dispostos na TAB 27.1.

Tabela 27 - Ações voltadas ao programa de ampliação e melhorias na captação de água

<b>A5 - Programa de ampliação e melhorias na captação de água</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3; AG5; AG8</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A5.1</b>	Fazer manutenção preventiva das máquinas, equipamentos para diminuir/evitar infiltrações na estrutura de captação.	Imediato
<b>A5.2</b>	Realizar manutenção periódica dos reservatórios.	Imediato
<b>A5.3</b>	Implantar os Distritos de Medição e Controle, com a inserção de registros, para o controle de perdas.	Curto
<b>A5.4</b>	Elaborar Plano Diretor de Abastecimento de Água.	Curto
<b>A5.5</b>	Realizar o estudo hidrogeológico para identificar a viabilidade de perfuração de novos poços.	Curto
<b>A5.6</b>	Realizar um estudo para identificar as causas das paralisações no serviço de abastecimento de água e propor as devidas soluções.	Imediato
<b>A5.7</b>	Substituição de hidrômetros com uso acima de 5 anos.	Curto
<b>A5.8</b>	Instalar novos poços artesianos.	Curto
<b>A5.9</b>	Troca de equipamentos e motores por sistemas operacionais modernos e com alta eficiência energética no acionamento ou operação aplicando princípios sustentáveis e adquirindo economia energética.	Médio/longo
<b>A5.10</b>	Monitorar a qualidade da água captada.	Imediato

Tabela 27.1 – Plano de ação do programa de ampliação e melhorias na captação de água

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A5.1</b>	Profissional técnico capacitado para realização de manutenções	Profissional técnico R\$3000,00/mês		
<b>A5.2</b>	Realização de manutenção periódica dos reservatórios por equipe qualificada.	Custo estimado no item A1.3		
<b>A5.3</b>	Estudo das pressões e vazões do sistema	Estudo técnico R\$36.500,00		
<b>A5.4</b>	Contratação de consultoria para elaboração do plano diretor	Custo estimado de R\$ 50.000,00		
<b>A5.5</b>	Realização de estudo hidrogeológico elaborado por um geólogo e uma equipe multidisciplinar	Custo estimado no item A1.5		
<b>A5.6</b>	Estudo das pressões e vazões do sistema	Custo estimado no item A5.4		
<b>A5.7</b>	Fiscalização, medição e cálculo do suporte de vazão	Fica como responsabilidade de cada morador o custo pela troca do hidrômetro		
<b>A5.8</b>	Contratação de uma equipe de obra de engenharia civil para execução da perfuração e instalação dos poços	Custo aproximado de R\$ 30.000,00 para perfuração de cada poço		
<b>A5.9</b>	Aquisição de equipamentos		Custo variável	
<b>A5.10</b>	Realizar análises laboratoriais antes, durante e depois do processo de captação e distribuição cumprindo as determinações do Ministério da Saúde e atendendo os padrões físico-químicos e biológicos estabelecidos como indicadores de potabilidade da água.	A Copasa deve apresentar técnicos capacitados que estudam, acompanham e fiscalizam as condições das fontes de captação		

## 2.6 Programa de Implementação de Sistema de Informações da Água

O objetivo desse programa é estruturar um banco de dados e informações provenientes da situação da água no município de Caetanópolis. Tais informações devem ser reunidas e atualizadas constantemente nesse sistema. Pautas que podem ser inseridos nesse programa são: quantidade e qualidade da água dos poços, bairros que cada poço atende, previsão de manutenção nos poços ou redes, uso da água do município (como que ela vem sendo tratada e distribuída), estruturação da companhia responsável pelo abastecimento, programação de atendimento das equipes, situação dos corpos hídricos, eventos hidrológicos críticos, regularização e fiscalização dos recursos hídricos e programas voltados a conservação e gestão dos recursos hídricos do município e entre outros.

O sistema visa à descentralização de obtenção e produção de dados e informações da água, o que viabiliza a organização e a tomada de decisões pelos órgãos competentes, possibilitando identificação de comunidades a serem atendidas e ao cidadão acompanhar os serviços prestados pela companhia. A TAB 28 informa algumas ações voltadas para implementação do sistema de informação sobre o serviço de abastecimento de água e na TAB 28.1 os planos de ação.

Tabela 28 - Ações voltadas ao programa de implementação de sistema de informações da água

<b>A6 - Programa de implementação de sistema de informações da água</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A6.1</b>	Criação do sistema de informações da água.	Curto
<b>A6.2</b>	Reunir dados e informações para serem inseridos no sistema.	Imediato
<b>A6.3</b>	Criar uma coordenação unificada do sistema.	Curto
<b>A6.4</b>	Divulgação desse sistema.	Curto
<b>A6.5</b>	Alimentação e atualização das informações no mesmo.	Curto/Médio

Tabela 28.1 -Plano de ação voltado ao programa de ampliação de sistema de informações de água

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A6.2</b>	Reunir dados através de planilhas para facilitar a inclusão dos dados no sistema	Custo de 01 auxiliar de informática R\$1.465,81		
<b>A6.3</b>	Contratação dos serviços de um profissional qualificado (técnico de informática) para criação unificado do sistema.	Custo estimado no item A6.1		
<b>A6.4</b>	Divulgação do sistema nos principais meios de comunicação e redes sociais.	Sem custo		
<b>A6.5</b>	Alimentação e atualização dos dados no sistema por um funcionário responsável.	Custo estimado no item A6.2		

## 2.7 Programa de Educação Ambiental

As ações de educação ambiental são essenciais para desenvolver a consciência do cidadão, por essa razão, é importante a elaboração de um programa específico sobre educação ambiental para assegurar o atendimento das metas estabelecidas no PMSB.

A distribuição de materiais e atividades dinâmicas nas escolas que incentiva e auxilia no uso racional da água, a fim de encarar a insuficiência dos recursos hídricos, sendo as atividades definidas de acordo com a faixa etária dos alunos, alguns dos objetivos que devem ser abordados são: a importância das mudanças de hábitos e evitar desperdícios da água, reduzindo assim o custo com o tratamento de água e esgoto; reduzir o consumo de energia elétrica; fazer o reuso da água, como por exemplo reutilizar a água da lavagem de roupas para a limpeza geral, o uso adequado dos agrotóxicos, entre outros.

O município também poderá implantar uma campanha que aconteça de forma fixa, podendo ser uma vez ao mês, em forma de concurso, onde deverão ser elaboradas categorias para disputas das melhores poesias, cordéis, desenhos e paródias a serem desenvolvidas pelos alunos de todos os níveis e público em geral, abordando sobre a importância de preservar a água. A Secretaria de Educação em parceria com a pasta de Meio Ambiente, poderá buscar apoiadores para que se obtenham premiações para os alunos que apresentarem o melhor desempenho e criatividade.

Além disso, podem ser realizadas campanhas na rádio local, com divulgação de ações simples e fáceis de serem implantadas no dia a dia, que visem a redução do desperdício e os seus benefícios, como a redução no tempo de banho; reaproveitamento da água da chuva; não manter a torneira aberta sem necessidade; diminuir o uso da água para limpeza de veículos, calçadas e outras áreas comuns.

Para os produtores rurais, é importante que seja realizada a devida orientação sobre o uso correto dos agrotóxicos, suas aplicações, noções sobre as atividades capazes de modificar o meio ambiente, técnicas e a legislação vigente, devendo ocorrer em parceria com o EMATER e outros órgãos que tenham interesse. Podendo ser feita através de palestras nas áreas rurais ou reuniões das associações, com a finalidade de informar quanto o uso excessivo ou de forma incorreta dos agrotóxicos pode prejudicar a qualidade da água. Com isso, na TAB 29 são apresentadas as ações básicas de educação ambiental a serem implantadas. Na TAB 29.1 os respectivos planos de ação.

Tabela 29- Ações voltadas ao programa de educação ambiental.

<b>A7 - Programa de educação ambiental</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG7</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>A7.1</b>	Campanhas de uso racional da água nas escolas.	Imediato
<b>A7.2</b>	Fazer campanhas na rádio local, que vise o uso consciente da água.	Imediato
<b>A7.3</b>	Realizar palestras/reuniões com todos os agricultores do município, orientando-os sobre os impactos negativos que o uso indevido dos agrotóxicos pode ocasionar à qualidade da água.	Curto



Tabela 29.1 -Plano de ação voltado ao programa de educação ambiental.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>A7.1</b>	Palestras periódicas realizadas pela equipe de Educação Ambiental/ Responsabilidade social com foco no uso consciente da água.	Custo de 01 auxiliar de meio ambiente (R\$ 1.265,80) e 03 estagiários (R\$600,00) valor mensal R\$3.065,80		
<b>A7.2</b>	Divulgação através de rádios, site da prefeitura e redes sociais.	Sem Custo		
<b>A7.3</b>	Equipe competente, ambiental/Responsabilidade social para orientar a população sobre temas ambientais e sociais.	Custo estimado no item A7.1		

## **2.8 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

A evolução do sistema de abastecimento de água potável do município de Caetanópolis está diretamente relacionada a alguns indicadores que estão apresentados na TAB 30. Os mesmos permitem a avaliação do desempenho do sistema ao longo do período de execução do PMSB.

Os indicadores de abastecimento de água, possibilitam representar os aspectos mais relevantes, bem como a eficiência do atendimento, identificação de falhas operacionais e a potabilidade da água distribuída com os padrões estabelecidos pela legislação.

O acompanhamento dos indicadores permite o monitoramento constante das metas estabelecidas, para garantir a universalização dos serviços de saneamento e promover a melhoria da qualidade de vida de toda população

Tabela 30 -Indicadores de desempenho referente ao eixo de abastecimento de água potável

NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE DO CÁLCULO	FÓRMULA DO CÁLCULO	LISTA DE VARIÁVEIS	UNIDADE	LIMITES PARA AVALIAÇÃO	RESPONSÁVEL PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO
<b>Índice de perdas na distribuição</b>	Calcular o volume de perdas do sistema de abastecimento de água	ANUAL	$\frac{[VAP - VAC]}{[VAP]} * 100$	VAP: Volume de água produzido. VAC: Volume de água consumido	Porcentagem (%)	Ruim: Acima de 30% Razoável: 20% a 30% Bom: Até 20%	COPASA
<b>Índice de reclamações por interrupções no abastecimento de água</b>	Calcular a porcentagem de reclamações, referentes à interrupção do abastecimento de água	SEMESTRAL	$[QRE / NEA] * 100$	QRE: Quantidade de reclamações por economia em um determinado período NEA: Número de economias ativas de água	Porcentagem (%)	Ruim: Acima de 20% Razoável: 10% a 20% Bom: Menor que 10%	COPASA
<b>Índice de residências do município que possuem hidrômetros</b>	Quantificar as residências que possuem hidrômetros	ANUAL	$[QLM / QLA] * 100$	QLM: Quantidade de Ligações Ativas de Água Micromedidas QLA: Quantidade de Ligações Ativas de Água	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	COPASA
<b>Índice de atendimento do abastecimento de água na área urbana</b>	Calcular a porcentagem da população urbana atendida pelo abastecimento de água	ANUAL	$\frac{[PUA]}{[PUM]} * 100$	PUA: População Urbana Atendida com Abastecimento de água PUM: População Urbana do Município	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	COPASA

Continua...

<b>Índice de atendimento do abastecimento de água na área urbana distante</b>	<b>Calcular a porcentagem da população urbana distante atendida pelo abastecimento de água</b>	<b>ANUAL</b>	<b>[PUAD /PUDM] * 100</b>	<b>PUAD: População Urbana Distante Atendida com Abastecimento de Água PUDM: População Urbana Distante do Município</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Ruim: &lt; 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%</b>	<b>Prefeitura Municipal</b>
<b>Índice de atendimento total do abastecimento coletivo de água no município</b>	Calcular a porcentagem da população total atendida pelo abastecimento de água	ANUAL	[PTA /PTM] * 100	PTA: População Total Atendida com Abastecimento de Água PTM: População Total do Município	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal / COPASA
<b>Índice de atendimento aos padrões de potabilidade da água distribuída</b>	Verificar o atendimento às exigências da legislação atual (Portaria 5/2017 do Ministério da Saúde)	Mensal	[NPC / NPD] * 100	NPC: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água dentro dos padrões da legislação NPD: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água	Porcentagem (%)	Atender Portaria 5/2017 do Ministério da Saúde	COPASA
<b>Incidência das Análises de Cloro Residual Fora do Padrão</b>	Verificar o atendimento às exigências da legislação atual (Portaria 5/2017 do Ministério da Saúde)	Mensal	[QACF /QACR] *100	QACF: Quantidade de Amostras para Análises de Cloro Residual com Resultado fora do Padrão QACR: Quantidade de Amostras Analisadas de Cloro Residual	Porcentagem (%)	Atender Portaria 5/2017 do Ministério da Saúde	COPASA
<b>Índice de suprimento da demanda de água</b>	Calcular o volume de água produzido comparado à demanda de água necessária para o abastecimento do município	Anual	[VAP / VAD] * 100	VAP: Volume diário de água produzida VAD: Volume de água da demanda diária	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	COPASA

Continua...

<b>Índice de inadimplência das economias ativas</b>	<b>Calcular o percentual das economias ativas inadimplentes</b>	<b>Mensal</b>	<b>[NEI / NEA] * 100</b>	<b>NEI : Número de economias ativas inadimplentes NEA: Número de economias ativas</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Ideal = 0% Razoável &gt;5% e &lt; 10% Ruim &gt; 11%</b>	<b>COPASA</b>
<b>Índice de consumo de energia elétrica no sistema de abastecimento de água</b>	Quantificar o consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento de água por volume	Mensal	[CTEE / VTAP]	CTEE: Consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento de água VTAP: Volume de água produzido	KWh/m³.	Ruim >0,14 kwh/m³ Razoável = 0,14 kwh/m³ Bom < 0,14 kwh/m³	COPASA
<b>Índice de Consumo médio per capita de água</b>	Calcular o volume médio de água consumido por habitante	Anual	[VAC/PTA]	VAC: Volume de Água Consumido PTA: População Total Atendida com Abastecimento de Água	L/hab./dia	Ruim >167,5 = 167,5 Razoável Bom < 167,5	COPASA

### **3. Serviço de Esgotamento Sanitário**

A ausência de esgotamento sanitário em um município pode causar severos impactos para o ambiente e também na qualidade de vida da população que reside tanto no meio urbano quanto no rural. O tratamento adequado dos efluentes é indispensável para a manutenção da saúde pública, pois a quantidade de doenças que são transmitidas pela disposição inadequada de esgoto é inestimável.

A preservação do ambiente é outro importante motivo para que a coleta e o tratamento de efluentes se deem de maneira eficiente, devido a várias substâncias prejudiciais aos corpos hídricos, ocasionando a diminuição do oxigênio dissolvido na água e conseqüentemente a morte de peixes e outros animais que dependem da água proveniente daquele local.

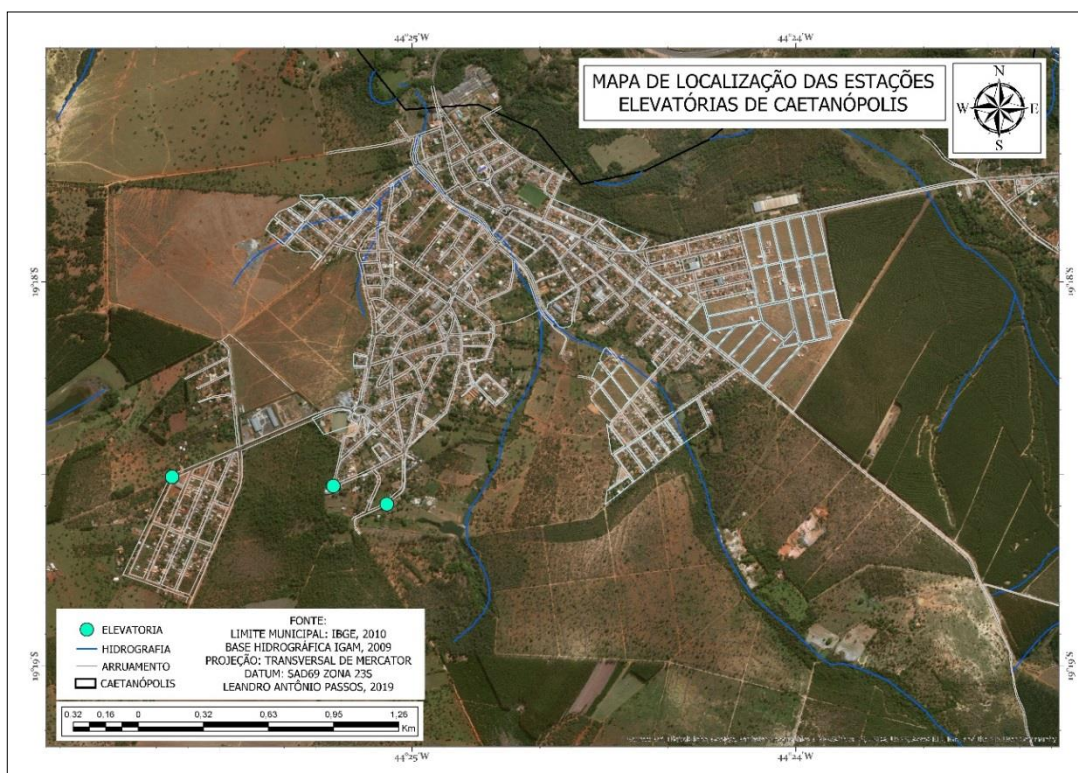
A fim de atender os padrões legais em vigor, pretendendo-se minimizar os riscos à saúde pública e ao meio ambiente proveniente do despejo inadequado de efluentes em um determinado corpo receptor, o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) tem por objetivo principal dar uma destinação adequada aos esgotos ou efluentes, garantindo o tratamento antes da disposição final.

O SES presente na sede do município de Caetanópolis é operado pela Prefeitura Municipal. De acordo com dados do Censo do IBGE do ano de 2010, a população total do município era de 10.218 habitantes, desse total somente 70,8% da população possuía acesso a um sistema de esgotamento sanitário adequado. O esgotamento sanitário em áreas rurais ou áreas urbanas afastadas, por ter uma menor concentração de moradores, é realizado pelos próprios habitantes, com sistemas inadequados na maioria das vezes.

#### **3.1 Sistemas de bombeamento e tratamento**

Para conduzir estes efluentes, a cidade conta com três estações elevatórias de esgoto (EEE), sendo uma no bairro Imperial, e duas no Bairro Nossa Senhora das Graças como mostra o mapa da FIG. 10. Estas estações têm como corpo receptor o Córrego Traíras, que deságua no Ribeirão do Cedro e posteriormente no Rio Paraopeba.

Figura 10 – Mapa de localização das estações elevatórias do município de Caetanópolis



A localização das Estações Elevatórias do município foi divulgada pela própria prefeitura do município por coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM) como mostra a TAB. 31.

Tabela 31: Coordenadas em UTM das estações elevatórias do município de Caetanópolis

Bairro	Coordenadas	
	Longitude	Latitude
Imperial	23K 560186.00 m E	7864942.50 m S
Nossa Senhora das Graças	23K 560922.00 m E	7864896.50 m S
Nossa Senhora das Graças	23K 561166.00 m E	7864808.50 m S

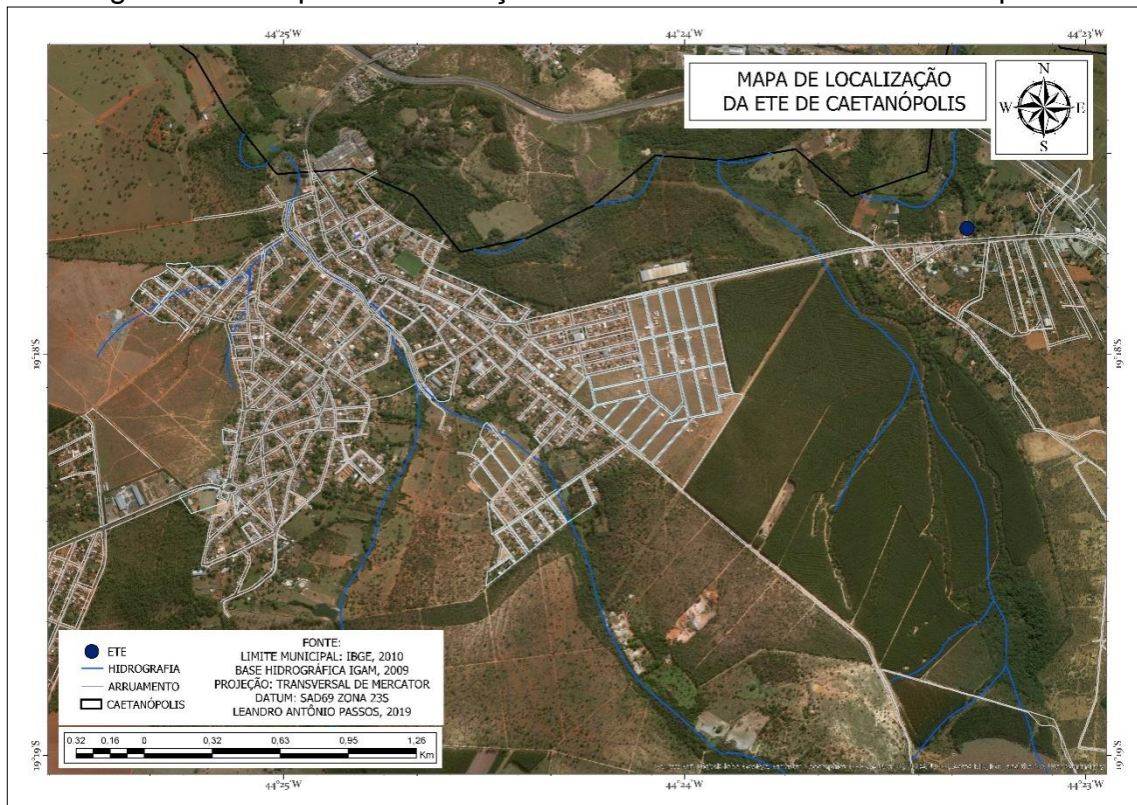
Fonte: Prefeitura Municipal de Caetanópolis

Atualmente não há sistema de tratamento de esgoto. O município conta com uma estação de tratamento de esgoto (ETE) desativada, composta por um tratamento preliminar, tanque séptico e filtro anaeróbio localizada no bairro



Cedrolândia como mostra o mapa da FIG. 11. Os efluentes direcionados à ETE desativada são lançados diretamente no Ribeirão Cedro.

Figura 11 – Mapa de localização da ETE desativada de Caetanópolis



De acordo com um estudo realizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) em 2011, a ETE Caetanópolis, localizada coordenada UTM (Universal Transversa Mercator) zona 23° 564274 E e 7866443 N, era composta por tratamento preliminar, caracterizado por gradeamento, desarenador e vertedor triangular; tanque séptico e filtro anaeróbio conforme fluxograma apresentado na FIG. 12.

Figura 12 – Fluxograma do sistema de tratamento da ETE em Caetanópolis



Fonte: FEAM, Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.



### 3.2 Sistemas de esgotamento sanitário na sede

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), as redes de esgoto do SES de Caetanópolis possuíam no ano de 2016, um total de 2.850 ligações ativas de esgoto que atendiam 8.300 habitantes (TAB. 32). Essas redes são constituídas por 11.000 m de extensão de tubulação de diâmetro desconhecido.

Tabela 32 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de Caetanópolis

<b>Ano de Referência</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2016</b>
<b>ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário (habitante)</b>	8.316	8.389	8.300
<b>ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos (ligação)</b>	2.376	2.431	2.850
<b>ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos (economia)</b>	2.376	2.431	2.960
<b>ES004 - Extensão da rede de esgotos (km)</b>	18,7	18,7	11
<b>ES005 - Volume de esgotos coletado (1.000m³/ano)</b>	328	336	102
<b>ES007 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (economia)</b>	2.376	2.431	2.950
<b>ES008 - Quantidade de ligações totais de esgotos (ligação)</b>	2.376	2.431	3.000

Fonte: SNIS, 2016.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Caetanópolis, em 2018 havia um total de 2.863 ligações de esgotos que atendiam 9.196 habitantes da área Urbana do município. A TAB.33, descreve as informações citadas, incluindo a contribuição por bairro.

Tabela 33 – Relação de bairros e ligação de esgoto na sede

Bairros urbanos	Em % populacional	População hab.	Ligação de esgoto	Fossas sépticas ou esgoto	Despejo <i>in natura</i> no Córrego Traíras m <sup>3</sup> por pessoa (mês)	Despejo <i>in natura</i> no Ribeirão do Cedro m <sup>3</sup> por pessoa (mês)
Nossa Senhora das Graças	34,0%	3.127	973	0	9.005	0
Centro	20,0%	1.839	573	0	5.297	0
Cedrolândia	9,5%	874	272	0	0	2.516
Acácias	5%	460	143	0	1.324	0
Santo Antônio	8%	736	229	0	2.119	0
Imperial	7%	644	200	0	1.854	0
Mangueiras	5,5%	506	157	0	1.457	0
São Dimas	7,5%	690	215	0	1.986	0
COHAB	3,0%	276	86	0	795	0
Residencial Clara Nunes	0,5%	46	14	0	132	0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>9.196</b>	<b>2.863</b>	<b>0</b>	<b>23.968</b>	<b>2.516</b>

Fonte: Prefeitura Municipal de Caetanópolis, 2018.

Além dos dados apresentados acima, a TAB. 34, apresenta informações levantadas durante a visita, que confirma a situação local.

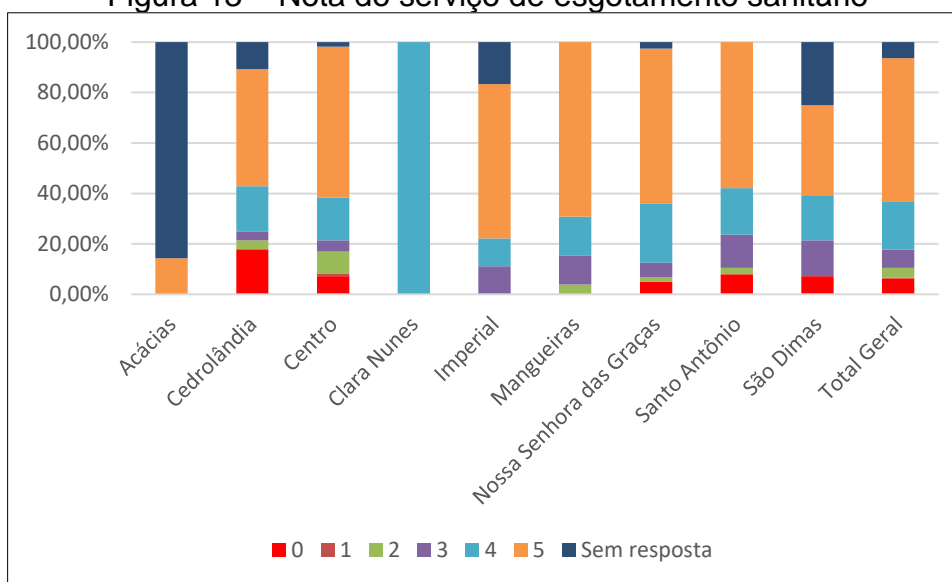
Tabela 33.1– Relação de bairros e ligação de esgoto na sede

Bairros	Fossa	Misto	Rede de esgoto	Sem resposta
	Séptica ou rústica	Rede e fossa rústica		
Acácias	71,43%	0,00%	14,29%	14,29%
Cedrolândia	35,71%	0,00%	64,29%	0,00%
Centro	1,79%	0,00%	93,75%	3,57%
Clara Nunes	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Imperial	27,78%	0,00%	72,22%	0,00%
Mangueiras	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Nossa Senhora das Graças	3,33%	0,83%	95,83%	0,00%
Santo Antônio	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
São Dimas	28,57%	0,00%	71,43%	0,00%
<b>Total Geral</b>	<b>8,97%</b>	<b>0,26%</b>	<b>89,18%</b>	<b>1,32%</b>

Fonte: Prefeitura Municipal de Caetanópolis, 2018.

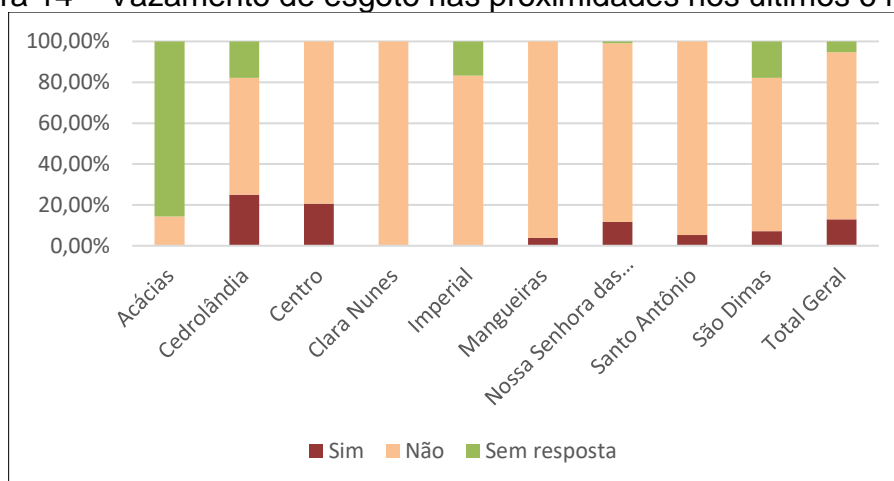
Durante visita e coleta de informações no local, a população avaliou a situação de esgotamento sanitário, por meio do questionário, sendo apresentados os dados a seguir na FIG. 13, onde a nota 0 representa àqueles muito insatisfeitos e a nota 5 representa àqueles muito satisfeitos.

Figura 13 – Nota do serviço de esgotamento sanitário



Além disso, os moradores também relataram se houve vazamento de esgoto nas proximidades nos últimos seis meses, FIG. 14.

Figura 14 – Vazamento de esgoto nas proximidades nos últimos 6 meses



### 3.4 Sistemas de esgotamento sanitário (SES) em áreas urbanas afastadas e área rural

Nas áreas Urbanas Distantes e rurais do município, o esgotamento sanitário é feito pelos próprios moradores. A dispersão espacial das residências assim como um baixo número de moradores, faz com que nessas áreas, a destinação de efluentes seja feita em fossa séptica ou fossa negra.

A fossa negra, como popularmente é conhecida, é uma escavação feita sem revestimento (FIG. 15), onde os dejetos caem diretamente em contato com a terra. Quando se decompõe, esse material é absorvido pelo solo ou fica na superfície da fossa, o que pode agredir não somente a saúde da população, como também o meio ambiente. O ideal na ausência de um sistema completo de tratamento de esgoto é a substituição das fossas negras por fossas sépticas.

Figura 15 – Fossa negra localizada no bairro São Dimas



As fossas sépticas são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto. É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas. As tabelas abaixo descrevem os tipos de ligação por bairro, TAB.43 e 44.

Tabela 43 – Relação de bairros e ligação de esgoto em área urbana distante

Bairros urbanos distantes	Em % Pop.	População hab.	Ligação de esgoto	Fossas Cépticas ou Negras	Consumo mensal de água potável m <sup>3</sup> por pessoa	Despejo in natura Córrego Traíras m <sup>3</sup> por pessoa (mês)	Despejo in natura Ribeirão do Cedro m <sup>3</sup> por pessoa (mês)	Solo (Fossa) m <sup>3</sup> por pessoa (mês)
Estrela Dalva	15,8%	218	0	Sim	628	0	0	502
Buritis	15,2%	210	0	Sim	604	0	0	483
Boa Vista	13,5%	186	0	Sim	536	0	0	429
Pascoal	10%	138	0	Sim	397	0	0	318
Itapuã	9%	124	0	Sim	358	0	0	286
Quinta dos Palmares	8%	110	0	Sim	318	0	0	254
Itamaracá	7,8%	108	0	Sim	310	0	0	248
Brasilândia	7,5%	103	0	Sim	298	0	0	238
Balaio/Ibiriçú	4,2%	58	0	Sim	167	0	0	133
Estância Maquiné I	3,2%	44	0	Sim	127	0	0	102
Monte Sinai	3,0%	41	0	Sim	119	0	0	95
Estância Maquiné II	2,8%	39	0	Sim	111	0	0	89
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1.379</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>3.973</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3.178</b>

Fonte: Prefeitura Municipal de Caetanópolis, 2018.

Tabela 44 – Relação de bairros e ligações de esgoto na área rural

Zona Rural	Em % Pop.	População hab.	Ligação de esgoto	Fossas Cépticas ou Negras	Consumo mensal de água potável m <sup>3</sup> por pessoa	Despejo in natura Córrego Traíras m <sup>3</sup> por pessoa (mês)	Despejo in natura Ribeirão do Cedro m <sup>3</sup> por pessoa (mês)	Solo (Fossa) m <sup>3</sup> por pessoa (mês)
<b>São Bento</b>	60,0%	552	0	Sim	1.589	0	0	1.271
<b>Lagoinha</b>	35,0%	322	0	Sim	927	0	0	742
<b>Três Pedras</b>	5,0%	46	0	Sim	132	0	0	106
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>920</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>2.648</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.119</b>

Fonte: Prefeitura Municipal de Caetanópolis, 2018.

Já na pesquisa de campo, todos os moradores que apresentaram resposta indicaram que utilizam fossa séptica ou rústica como destino do esgoto. Como não há sistema de coleta de esgoto nessas localidades, não foi possível avaliar com nota.

Além de não contar com rede de esgoto, as áreas mais distantes também não contam com nenhum serviço público para esvaziar as fossas quando necessário (geralmente caminhões limpa-fossa), ficando a cargo do morador a manutenção da mesma.

### 3.4.1 Qualidade dos efluentes e corpos receptores

Não se constatou monitoramento no efluente e em nenhum dos corpos hídricos receptores citados por parte da administração pública, portanto, a composição do efluente do município é desconhecida e baseada em referências.

### 3.4.2 Esgotamento sanitário industrial

No município de Caetanópolis, a indústria é composta por uma empresa de grande porte chamada de Cedro Têxtil que gera uma quantidade maior de efluentes e alguns microempresários do setor de lapidação da ardósia que individualmente geram efluentes não significativos, mas o líquido produzido no processo industrial do material pode significar uma ameaça, quando não destinado em lugar apropriado.

Na Cedro Têxtil, empresa fabricante de tecidos, os efluentes sanitários são previamente tratados por um sistema fossa-filtro antes de serem despejados no ribeirão do Cedro que por consequência deságua no Rio Paraopeba. O efluente industrial, proveniente do processo de fabricação do tecido, vai para uma estação de tratamento de efluentes localizada dentro da indústria e após o tratamento, vai para o corpo receptor. De acordo com informações do responsável pela destinação dos sistemas de esgotamento sanitário e destinação dos rejeitos da empresa, há monitoramento periódico do corpo receptor para que não haja agressão ao meio ambiente.

No caso das empresas de ardósia, o corte das peças gera uma quantidade de pó significativa. Para reduzir esse problema, o processo utiliza água, as vezes misturada com produtos químicos, que por sua vez pode ameaçar tanto o transporte quanto a destinação final deste líquido quando descartado de forma inapropriada, visto que, por se tratar de um mineral, este pode se depositar em tubulações causando entupimento ou até mesmo a contaminação de corpos hídricos. Proprietários da empresa Ardósia Mineira, mostraram a preocupação com o despejo de resíduos na natureza, mediante essa preocupação a empresa apresenta uma alternativa, que está em fase inicial de implantação, para o reaproveitamento desse material na construção civil. Infelizmente, entre tantas empresas de beneficiamento de ardósia localizadas no município, apenas uma demonstra tratar o efluente produzido, as demais empresas, na qual não foi possível conhecer, não possuem tratamento de efluentes, segundo o setor da administração pública.



### 3.4.3 Áreas críticas

É crescente o número de doenças relacionadas à falta de saneamento básico adequado. A contaminação pode acontecer por diversos fatores, mas o mais comum é pelo contato com esgoto à céu aberto, água contaminada com patógenos através de urina, fezes humanas ou de animais.

O saneamento ajuda também a melhorar a qualidade de vida da população e diminuir os gastos com tratamento de doenças relacionadas. O município não possui estação de tratamento de esgoto e em alguns bairros, não há coleta de esgoto. Através de pesquisa popular e visitas setoriais, notou-se esgoto à céu aberto em alguns pontos de Caetanópolis (FIG. 16 e 17).

Figura 16 – Esgoto à céu aberto no município

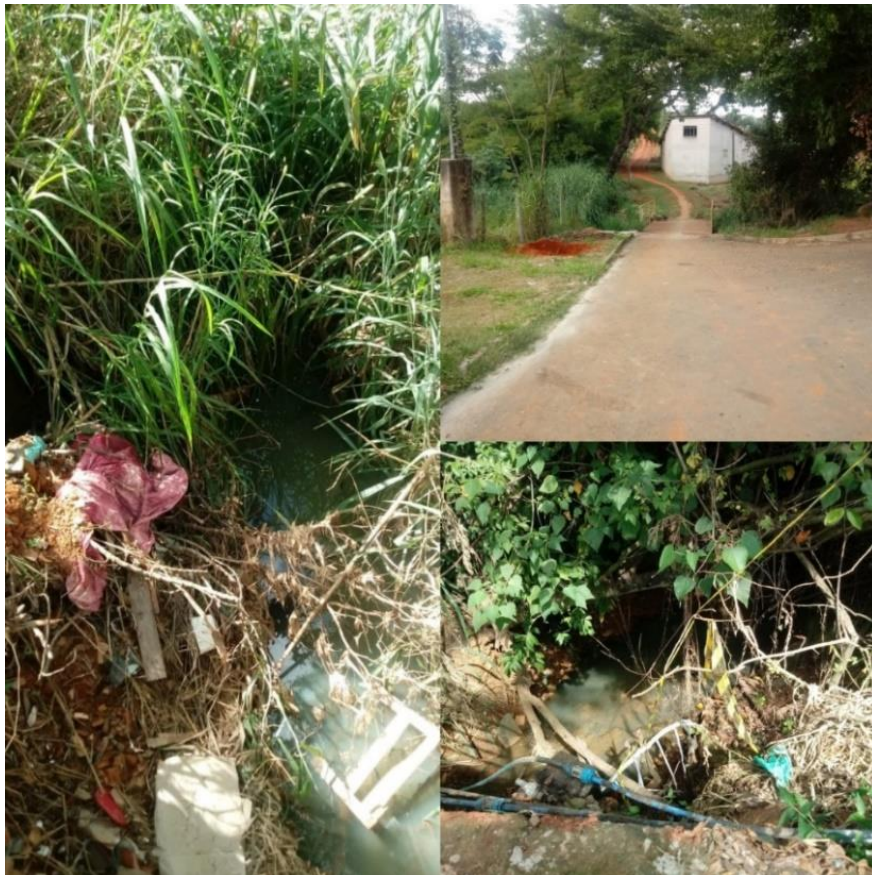




Figura 17 – Esgoto à céu aberto no município



Além das ruas que não possuem sistema de esgotamento sanitário, moradores relataram que há vazamentos em áreas que possuem fossa negra, pelo fato de não haver caminhões limpa-fossa.

#### **3.4.4 Investimentos no setor de esgotamento**

Através da análise dos indicadores econômicos e financeiros obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), como mostra a TAB. 45, foi possível observar que a receita operacional direta de esgoto do ano de 2016, foi de R\$140.000,00, não possuindo investimentos realizados em esgotamento sanitário pelo prestador de serviço ou pelo município no mesmo ano, assim como não obteve despesa com o esgoto exportado. Visto que no ano de 2012 somente o município realizou um investimento realizado no ano de 2012 no valor de R\$ 90.492,72.

Tabela 45 – Indicadores financeiros do sistema de esgotamento sanitário do município de Caetanópolis

Indicadores do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Caetanópolis	Ano de Referência		
	2012	2013	2016
FN003- Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano)	R\$ 96.997,09	R\$ 108.127,39	R\$ 140.000,00
FN024- Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano)	0	0	0
FN038- Receita operacional direta - esgoto bruto importado (R\$/ano)	0	0	0
FN039- Despesa com esgoto exportado (R\$/ano)	0	0	0
FN043- Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo(s) município(s) (R\$/ano)	R\$ 90.492,72	0	0

Fonte: SNIS, 2016.

De acordo com estimativa realizada pela Agência Nacional das Águas (ANA), a população urbana do município de Caetanópolis no ano de 2035 será de 9.228 habitantes. Sendo assim, para atender esse aumento populacional na área urbana, realizando a coleta e tratamento do esgoto assim como uma remoção da DBO em mais de 80%, será necessário um investimento estimado de R\$7.264.755,81 como mostra a TAB. 46.

Tabela 46 – Investimento estimado para coleta e tratamento do sistema de esgotamento sanitário no município de Caetanópolis

<b>População Urbana (2013)</b>	<b>8.964</b>
População Atendida Estimada em 2035	9.228
Investimentos em Coleta (R\$)	2.135.417,38
Investimentos em Tratamento (R\$)	5.129.338,43
Investimentos em Coleta e Tratamento (R\$)	7.264.755,81
Necessidade de Remoção de DBO	Acima de 80%

Fonte: Atlas Esgotos, Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA), 2013.

Sendo que do valor total que necessitam ser investidos em coleta e tratamento do sistema de esgotamento sanitário, R\$5.129.338,43 devem ser destinados para o tratamento do esgoto. Visto que no ano de 2013, segundo a ANA, 14,5% da população urbana do município não possuía nenhum tipo de coleta ou

tratamento dos resíduos e 83,4% da população tinha acesso a coleta dos resíduos, mas sem tratamento do mesmo sendo lançado in natura no corpo receptor.

### 3.4.5 Percepção dos moradores sobre o esgotamento sanitário

Os relatos dos moradores sobre o esgotamento sanitário podem ser vistos na TAB. 47.

Tabela 47 – Relatos sobre esgotamento sanitário

<b>Área</b>	<b>Observações relatadas</b>
<b>Área Urbana</b>	Mau cheiro próximos aos corpos receptores
	Presença de animais silvestres que se alimentam da matéria orgânica depositada nos corpos receptores
	Ausência de controle ambiental
<b>Área Urbana distante e Área Rural</b>	Ausência total de sistema de esgoto
	Ausência de serviço de caminhões Limpa-fossa
	Esgoto a céu aberto que correm por vias e se acumulam em um ponto mais baixo
	Proliferação de insetos em fossas irregulares

### 3.3 Serviço de Esgotamento Sanitário

Este capítulo considera as informações obtidas na etapa de diagnóstico como referência de cenário atual e como indicadores dos avanços necessários para um futuro panorama favorável, além de indicar as diretrizes que serão necessárias para alcançar a universalização do esgotamento, atendendo todo o município e provendo um tratamento adequado para a população.

Mediante a proposta de destinar corretamente as águas residuárias, o sistema de esgotamento sanitário tem por objetivo o tratamento adequado a fim de reduzir riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

O Sistema de Esgotamento Sanitário do município de Caetanópolis é administrado pela própria administração pública. Visto que nas áreas urbanas afastadas e áreas rurais o esgotamento sanitário é realizado pelos próprios moradores por meio de fossas negras ou fossas sépticas. Já na sede do município, o esgotamento sanitário de acordo com a prefeitura, é realizado em 100% com redes coletoras, mas todo o esgoto coletado é destinado de forma incorreta, sendo lançados *in natura* nos corpos d'água, uma vez que a ETE do município se encontra desativada.

#### 3.3.1 Índices e parâmetros adotados

Os índices e parâmetros utilizados foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Caetanópolis, em bibliografias específicas e nas normas brasileiras (ABNT, NBR).

##### 6.2.1.1 Coeficientes de dia e de hora de maior e menor consumo

Tendo em vista que o consumo de água por dia ao longo do tempo pode variar em função dos hábitos populacionais assim como variações climáticas, são utilizados coeficientes de dia e hora de maior e menor consumo  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ . Sendo o  $k_1$  a relação de maior consumo diário,  $k_2$  o coeficiente de maior consumo em uma hora e o  $k_3$  o coeficiente de menor consumo em uma hora.

Sendo assim, os valores adotados para estes coeficientes foram determinados em função da segurança e baseados nas normas referentes ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. São eles:

- $k_1 = 1,2$
- $k_2 = 1,5$
- $k_3 = 0,5$

Assim, as vazões máxima e mínima de esgoto podem ser dadas pelas fórmulas:

$$Q_{\text{Max}} = Q_{\text{med}} \times k_1 \times k_2$$

$$Q_{\text{Mín}} = Q_{\text{med}} \times k_3$$

### 3.3;1;1 Coeficiente de retorno e consumo per capita

De acordo com Von Sperling (2005) o coeficiente de retorno pode variar de 40% a 100%. Mediante esses valores, usualmente adota-se o valor de 80%. O consumo per capita adotado para o município de Caetanópolis foi de 150 L/hab. dia.

### 3.3.2 Projeção do serviço de esgotamento sanitário

De acordo com dados de 2019 da Prefeitura Municipal de Caetanópolis, a sede possui uma rede coletora de esgoto que conta com 2.863 ligações que atendem a 99% dos habitantes da sede.

A vazão média, mínima e máxima de esgoto foi calculada levando em conta o horizonte de planejamento do Plano Municipal de Saneamento Básico do município, compreendido de 2019 a 2039 (20 anos). Vale ressaltar que no presente estudo foram desconsideradas as vazões industriais, levando em conta somente as vazões domésticas de esgoto da população.

A TAB. 48 mostra as vazões médias de consumo de água assim como a vazão média, mínima e máxima de esgoto, respectivamente. Tendo em vista que o sistema de esgotamento sanitário atende 100% dos habitantes. Utilizando as seguintes fórmulas:

- Vazão média doméstica:

$$Q_{\text{Med doméstica}} = \frac{\text{Pop} \times q}{86400}$$

- Vazão média, mínima e máxima de esgoto:

$$Q_{Med} = \frac{Pop \times q \times R}{86400}$$

$$Q_{Min} = Q_{med} \times k_3$$

$$Q_{Max} = Q_{med} \times k_1 \times k_2$$

Onde: Pop = População prevista de cada ano (habitantes);

q = Consumo médio *Per Capita* (L/hab  $\times$  d);

R = Coeficiente de retorno: 0,8

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 1,5$$

$$k_3 = 0,5$$

Como descrito no Diagnóstico Técnico Participativo do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caetanópolis, o município possui uma ETE que se encontra desativada, localizada no bairro Cedrolândia, sede do Município de Caetanópolis. Portanto, não é possível determinar a capacidade máxima prevista, assim como o volume tratado.

Tabela 48- Projeção do serviço de esgotamento sanitário de Caetanópolis

<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Vazão média doméstica (l/s)</b>	<b>Vazão média de esgoto (l/s)</b>	<b>Vazão máxima de esgoto (l/s)</b>	<b>Vazão mínima de esgoto(l/s)</b>
2019	11.973	20,7865	16,6292	29,9325	8,3146
2020	12.186	21,1563	16,9250	30,4650	8,4625
2021	12.403	21,5330	17,2264	31,0075	8,6132
2022	12.624	21,9167	17,5333	31,5600	8,7667
2023	12.848	22,3056	17,8444	32,1200	8,9222
2024	13.076	22,7014	18,1611	32,6900	9,0806
2025	13.308	23,1042	18,4833	33,2700	9,2417
2026	13.545	23,5156	18,8125	33,8625	9,4063
2027	13.785	23,9323	19,1458	34,4625	9,5729
2028	14.029	24,3559	19,4847	35,0725	9,7424
2029	14.279	24,7899	19,8319	35,6975	9,9160
2030	14.533	25,2309	20,1847	36,3325	10,0924
2031	14.791	25,6788	20,5431	36,9775	10,2715
2032	15.054	26,1354	20,9083	37,6350	10,4542
2033	15.322	26,6007	21,2806	38,3050	10,6403
2034	15.594	27,0729	21,6583	38,9850	10,8292
2035	15.871	27,5538	22,0431	39,6775	11,0215
2036	16.152	28,0417	22,4333	40,3800	11,2167
2037	16.438	28,5382	22,8306	41,0950	11,4153
2038	16.730	29,0451	23,2361	41,8250	11,6181
2039	17.027	29,5608	23,6486	42,5675	11,8243

Mediante as localidades onde possui um baixo número de habitantes assim como a dispersão de domicílios, como é o caso das áreas urbanas afastadas e zona rural, a instalação das redes coletoras de esgoto se torna inviável para o município. Então, visando a destinação adequada do efluente gerado, deve-se oferecer a população soluções individuais como fossas sépticas.

### 3.3.3 Previsão das estimativas de DBO e coliformes

Decorrentes dos esgotos sanitários gerados, foi realizado a previsão da carga orgânica e concentração da DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e coliformes fecais ao longo dos anos adotando valores obtidos em biografia específica. Tendo em vista, que o sistema de tratamento submete o efluente a um processo biológico, a fim de reduzir a quantidade de DBO existente.

O termo DBO refere-se à quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica. Para realizar a estabilização deve conter no método de tratamento um reator anaeróbio seguido de um filtro biológico. Sendo que quanto menor o nível de DBO, menos poluído está o efluente.

Os coliformes estão presentes em grande quantidade nas fezes humanas, visto que cada indivíduo elimina em média de  $10^9$  a  $10^{12}$  células por dia.

A TAB16 mostra as estimativas de carga e concentração da demanda bioquímica de oxigênio e coliformes sem tratamento do esgoto sanitário. Mediante a falta de dados, foram considerados valores usualmente utilizados em projetos para a contribuição per capita de DBO e coliformes totais, assim como valores para a concentração de DBO e coliforme. De acordo com Von Sperling (2005), foi adotado:

- Contribuição *per capita* de DBO: 50 g/hab. dia
- Concentração de DBO: 300 mg/L
- Contribuição *per capita* de coliformes totais:  $10^9$  org/hab. dia
- Concentração coliformes totais:  $10^6$  org/100 ml

Para o cálculo de estimativas de concentração de DBO e coliformes (sem tratamento), foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Carga} \left( \frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) = \frac{\text{Pop} \times \text{Carga Per Capita}}{1000 \left( \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)}$$



$$\text{Concentração } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{\text{Carga } \left(\frac{\text{kg}}{\text{d}}\right) \times 1000 \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)}{\text{Vazão } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right)}$$

Tabela 49-Estimativa de carga e concentração de DBO e coliformes (sem tratamento)

Ano	População	Vazão média(L/s)	Carga de DBO (Kg/d)	Concentração DBO (mg/L)	Carga de Coliformes totais (org/d)	Concentração de Coliformes totais (org/100ml)
2019	11973	16,6292	598,65	416,6658	1,1973E+13	8,333317E+12
2020	12186	16,9250	609,30	416,6667	1,2186E+13	8,333333E+12
2021	12403	17,2264	620,15	416,6664	1,2403E+13	8,333328E+12
2022	12624	17,5333	631,20	416,6675	1,2624E+13	8,333349E+12
2023	12848	17,8444	642,40	416,6677	1,2848E+13	8,333354E+12
2024	13076	18,1611	653,80	416,6669	1,3076E+13	8,333338E+12
2025	13308	18,4833	665,40	416,6674	1,3308E+13	8,333348E+12
2026	13545	18,8125	677,25	416,6667	1,3545E+13	8,333333E+12
2027	13785	19,1458	689,25	416,6674	1,3785E+13	8,333348E+12
2028	14029	19,4847	701,45	416,6671	1,4029E+13	8,333343E+12
2029	14279	19,8319	713,95	416,6676	1,4279E+13	8,333352E+12
2030	14533	20,1847	726,65	416,6671	1,4533E+13	8,333343E+12
2031	14791	20,5431	739,55	416,6658	1,4791E+13	8,333315E+12
2032	15054	20,9083	752,70	416,6673	1,5054E+13	8,333347E+12
2033	15322	21,2806	766,10	416,6658	1,5322E+13	8,333316E+12
2034	15594	21,6583	779,70	416,6673	1,5594E+13	8,333346E+12
2035	15871	22,0431	793,55	416,6658	1,5871E+13	8,333317E+12
2036	16152	22,4333	807,60	416,6673	1,6152E+13	8,333346E+12
2037	16438	22,8306	821,90	416,6659	1,6438E+13	8,333317E+12
2038	16730	23,2361	836,50	416,6669	1,673E+13	8,333337E+12
2039	17027	23,6486	851,35	416,6669	1,7027E+13	8,333337E+12

Visando uma remoção média de cerca de 80% dos poluentes do efluentes, de acordo com valores adotados por Von Sperling (2005), a TAB. 50 apresenta a estimativa de carga e concentração de DBO e coliformes em esgoto tratado em um período de 20 anos para a projeção populacional de Caetanópolis.

Tabela 50– Estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes totais durante 20 anos

Ano	População	Vazão média(L/s)	Carga de DBO (Kg/d)	Concentração DBO (mg/l)	Carga de Coliformes totais (org/d)	Concentração de Coliformes Totais (org/100ml)
2019	11973	16,6292	119,73	83,3332	2,3946E+12	1,666663E+12
2020	12186	16,9250	121,86	83,3333	2,4372E+12	1,666667E+12
2021	12403	17,2264	124,03	83,3333	2,4806E+12	1,666666E+12
2022	12624	17,5333	126,24	83,3335	2,5248E+12	1,666670E+12
2023	12848	17,8444	128,48	83,3335	2,5696E+12	1,666671E+12
2024	13076	18,1611	130,76	83,3334	2,6152E+12	1,666668E+12
2025	13308	18,4833	133,08	83,3335	2,6616E+12	1,666670E+12
2026	13545	18,8125	135,45	83,3333	2,709E+12	1,666667E+12
2027	13785	19,1458	137,85	83,3335	2,757E+12	1,666670E+12
2028	14029	19,4847	140,29	83,3334	2,8058E+12	1,666669E+12
2029	14279	19,8319	142,79	83,3335	2,8558E+12	1,666670E+12
2030	14533	20,1847	145,33	83,3334	2,9066E+12	1,666669E+12
2031	14791	20,5431	147,91	83,3332	2,9582E+12	1,666663E+12
2032	15054	20,9083	150,54	83,3335	3,0108E+12	1,666669E+12
2033	15322	21,2806	153,22	83,3332	3,0644E+12	1,666663E+12
2034	15594	21,6583	155,94	83,3335	3,1188E+12	1,666669E+12

Continua...

<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Vazão média (L/s)</b>	<b>Carga de DBO (Kg/d)</b>	<b>Concentração DBO (mg/l)</b>	<b>Carga de Coliformes totais (org/d)</b>	<b>Concentração de Coliformes Totais (org/100ml)</b>
2035	15871	22,0431	158,71	83,3332	3,1742E+12	1,666663E+12
2036	16152	22,4333	161,52	83,3335	3,2304E+12	1,666669E+12
2037	16438	22,8306	164,38	83,3332	3,2876E+12	1,666663E+12
2038	16730	23,2361	167,30	83,3334	3,346E+12	1,666667E+12
2039	17027	23,6486	170,27	83,3334	3,4054E+12	1,666667E+12

### **3.4 Definição de alternativas técnicas de engenharia para o serviço de esgotamento sanitário a partir das projeções**

#### *6.2.4.1 Área urbana*

O objetivo do tratamento de esgoto é a remoção dos sólidos suspensos, carga orgânica, patógenos, além de alguns metais pesados através de tratamento preliminar, secundário e desinfecção.

Como apresentado anteriormente, é notável a necessidade de implantação de um sistema de tratamento de esgotos sanitários no município de Caetanópolis, portanto, é indispensável que seja escolhida uma alternativa para sanar esse problema. Esse processo é essencial para atender legalmente as Resoluções CONAMA nº 357/2005, art. 15, e da Resolução CONAMA nº 430/2011, que abordam a qualidade da água do corpo receptor e os padrões de lançamento dos esgotos tratados, respectivamente.

Vários critérios devem ser analisados para se determinar o melhor local para instalação de uma ETE, principalmente atentando-se o vetor de crescimento do município, uma vez que este plano tem uma projeção de 20 anos, evitando assim a proximidade com a malha urbana. Essa análise é feita para evitar possíveis incômodos nas áreas vizinhas como odores, tráfego e sons provenientes da operação dessa estação.

A topografia local também é um fator importante a ser estudado. Locais com cotas mais baixas, a gravidade se encarrega do trabalho de coleta até a chegada à ETE, reduzindo a necessidade de implantação e manutenção de estações elevatórias. Também é necessário avaliar a distância da ETE com o corpo receptor para evitar extensões desnecessárias de tubulações e conseqüentemente de manutenções, devendo o ponto de lançamento estar situado a jusante da malha urbana para que o efluente não passe dentro da malha urbana.

Apesar do destaque dos pontos comentados acima, são necessários estudos mais específicos para que se possa definir, com precisão, o melhor local para a instalação, como por exemplo, Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), que são ferramentas indispensáveis para analisar tanto os aspectos ambientais e sociais,

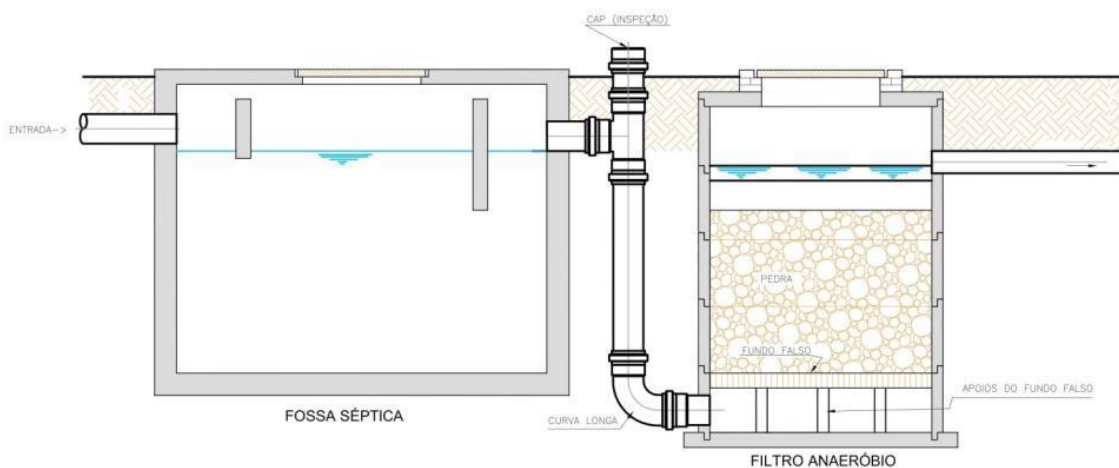
como também o aspecto econômico, destacando a alternativa mais viável para atender a demanda do município.

### 3.4.1 Área urbana distante e área rural

Em locais afastados da sede e zona rural, geralmente possuem baixa densidade populacional, o que torna desnecessário um grande investimento em coleta de esgoto por rede. Para esses locais, usualmente opta-se por dispositivos de tratamento individuais como fossas sépticas, seguidas de filtro anaeróbio e posteriormente sumidouros como formas de disposição final. Dependendo da dimensão, esse sistema é capaz de promover o tratamento de um ou mais domicílios e o grau de tratamento é compatível com seu custo e simplicidade (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

Apesar de simples e barata, apenas a fossa séptica não é capaz de remover todos os agentes e substâncias que contém no esgoto para ser lançado em um corpo receptor, por isso, a combinação com o filtro anaeróbio atinge os níveis elevados de eficiência requeridos pela legislação (FIG. 18).

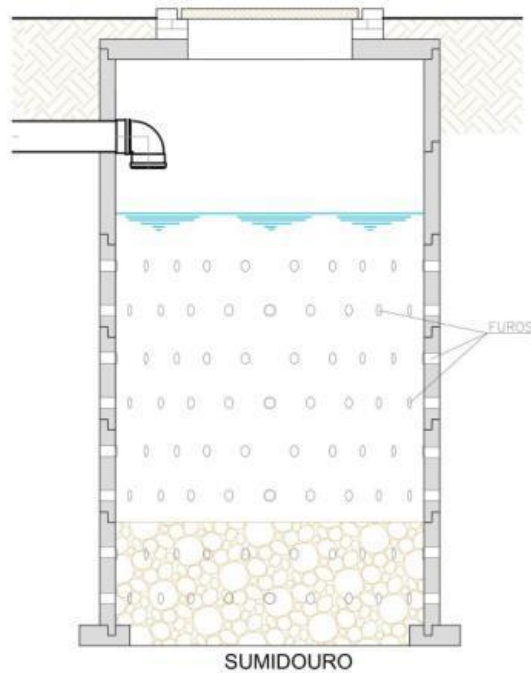
Figura 18 - Esquema de fossa séptica combinada com filtro anaeróbio



Fonte: SHS, 2018

Após os esgotos passarem pelo filtro anaeróbio, a melhor destinação é um sumidouro, ou uma vala de infiltração, que atuam como disposição final do efluente, sem que seja necessária a construção de um emissário final. Na FIG. 19 é apresentado um esquema de sumidouros.

Figura 19 – Esquema de sumidouro



Fonte: SHS, 2018

### 3.4.2 Previsão de eventos de emergência e contingência do serviço de esgotamento sanitário

A TAB. 58 aborda potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao Serviço de Esgotamento Sanitário - SES. Além de indicar ações necessárias para solucionar os possíveis problemas.

Tabela 51- Ações de emergência e contingência do serviço de esgotamento sanitário

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
<b>Rompimento da tubulação de esgoto</b>	Danos a dispositivos do sistema de coleta de esgoto podendo causar vazamento, aumentando o risco contaminação de áreas ou recursos hídricos.	Formar barreira de contenção para limitar raio ou curso de propagação do vazamento, seja no solo ou em curso d'água.
		Isolar a área para não haver contato com outras áreas que não foram contaminadas.
		Realizar reparos e remediar a área contaminada.
<b>Ocorrência de retorno de esgotos nos imóveis</b>	Devido a entupimentos na tubulação ou ainda ao lançamento irregular de esgotos ou mesmo de águas pluviais na rede coletora	Comunicar a população e instituições.
		Procurar local na rede onde está o entupimento; e realizar a manutenção corretiva da rede.
<b>Interrupção em sistemas de bombeamento</b>	Problemas ou manutenção nas estações elevatórias	Acionar equipamentos reserva
		Iniciar manutenções preventivas e corretivas
		Comunicar à população, instituições e autoridades.

Continua...



Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
<b>Vazamentos de produtos químicos nas instalações de tratamento de esgoto</b>	Acidentes ou dosagem inadequada.	Iniciar processo de evacuação do local e comunicar às instituições e autoridades que realizam os trabalhos de contenção e remediação (Corpo de Bombeiros e defesa civil).
<b>Acidentes de trabalho nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto</b>	Acidentes de trabalho, tais como quedas, cortes, choques elétricos, contaminação por produtos químicos ou esgotos sanitários, etc.	Iniciar primeiros socorros;
		Comunicar aos socorristas (SAMU 192)
		Substituir função do operário lesionado, atribuindo-a a outro funcionário por período temporário.
<b>Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de esgoto</b>	Problemas na rede, curto-circuito, etc.	Comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica (CEMIG 112 ou 0800 310 196)
		Conter o fluxo dos possíveis vazamentos
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado, com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.

### 3.5 Programa de Ampliação da Rede Coletora de Esgotos na Área Urbana

A rede de esgoto é parte importante do sistema de saneamento básico, ela é responsável pela coleta e transporte do esgoto, proporcionando assim qualidade de vida, conforto e um ambiente saudável com menores riscos de doenças infectocontagiosas.

A rede coletora recebe os resíduos provenientes dos imóveis, e os conduz as outras partes integrantes do sistema até a estação de tratamento para posteriormente serem lançadas novamente a natureza. Desta forma, quanto mais ampla ser a rede coletora mais eficiente será o sistema de esgoto proporcionando uma maior viabilidade a seu tratamento, impactando diretamente na qualidade de vida da população. Com a presença da rede coletora evita-se a utilização de fossas e de esgoto a céu aberto que são potencialmente veículos de doenças e vetores.

Portanto, no município faz-se necessário a identificação precisa dos locais de existência ou não da rede de esgoto e sua extensão, segundo pesquisa realizada com os moradores, foram identificados na área urbana regiões em que a rede de esgoto não é utilizada ou até mesmo não está presente, pôde-se notar essa situação já que há uma utilização de fossas sejam elas negra ou séptica. A presença de fossa nos bairros tais como São Dimas é de 28,57%, no bairro das Acássias de 71,43%, no Imperial 27,78%, no Nossa Senhora das Graças 3,33% e Centro 1,79%. Desta forma, é necessário identificar nestes bairros onde esse recurso é utilizado devido a características especiais dos imóveis, e onde é utilizado por inexistência de rede coletora.

Identificando tais características, é preciso realizar a ampliação da rede nos locais necessários, eliminando desta forma esgotos a céu aberto e garantindo assim melhores condições a saúde e qualidade de vida da população. Sendo necessário um projeto de ampliação, de forma que seja feito por etapas das áreas mais emergentes de maneira gradual e viável economicamente. É de suma importância que ocorra uma manutenção periódica na rede de esgoto existente, garantindo assim seu bom funcionamento e eficiência.

Deste modo, as ações que devem ser implantadas com relação ao serviço de esgotamento sanitário estão apresentadas na TAB.52 e os planos de ações na TAB.52.1.

Tabela 52 - Ações voltadas ao programa de ampliação da rede coletora de esgoto na área urbana.

<b>E1 - Programa de ampliação da rede coletora de esgoto na área urbana</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES01</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E1.1</b>	Identificação e cadastro da rede coletora existente bem como sua extensão.	Imediato/Curto
<b>E1.2</b>	Manutenção da rede coletora existente e implementada.	Curto/Médio/Longo
<b>E1.2</b>	Identificação dos locais onde a utilização de fossa ocorre por inexistência de rede.	Curto
<b>E1.3</b>	Projeto para ampliação de rede.	Curto/Médio
<b>E1.4</b>	Ampliação da rede coletora nos bairros identificados tais como São Dimas, Acássia, Imperial, Nossa Senhora das Graças e Centro.	Médio/longo

Tabela 52.1 -Plano de ação voltado ao programa de ampliação da rede coletora de esgoto na área urbana

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E1.1</b>	Software para reconhecimento e cadastro da rede coletora de esgoto. Funcionário técnico para execução do cadastro. Equipamento de GPS.	Licença do Google Earth sem custos; Técnico em projetos e obras R\$3.183,09; Aparelho de GPS R\$689,00 a R\$2.500,00. TOTAL: R\$4.433,00		
<b>E1.2</b>	Profissional capacitado para manutenção na rede coletora. Profissional para operação de máquinas.	Salário de auxiliar de serviços de saneamento R\$1.331,82 salário de operador de máquinas R\$1.486,72. R\$2.818,54 mensal		
<b>E1.3</b>	Funcionário técnico para execução de cadastro (E1.1)	Custo estimado no item E1.1		
<b>E1.4</b>	Estudo técnico de rede coletora de esgoto.	Contratação de consultoria R\$4.172,00		
<b>E1.5</b>	Metragem de rede implantada		Tubos de PVC R\$60/metro. Assentamento de tubulação R\$20,00/metro	

### **3.6 Programa de Estruturação da Rede Coletora nas Áreas Urbanas Distantes**

O sistema de coleta e tratamento de esgoto evitam riscos à saúde e ao meio ambiente. Sua ausência prejudica o meio e a integridade da população. No presente momento, a região denominada área urbana distante do município de Caetanópolis, é um local onde o esgotamento sanitário é feito pelos próprios moradores, através de fossas, com ausência completa de rede coletora. Além disso, também não contam com nenhum serviço público para esvaziar as fossas quando necessário, ficando a cargo do morador a manutenção. Sendo assim, têm grande exposição a bactérias e elementos infectáveis, ocorrendo também a contaminação do solo quando utilizada a fossa negra.

Essa região do município tem grande potencial para o crescimento urbano, desta forma, a implementação da rede e sua estruturação é de extrema importância para evitar-se um crescimento desordenado e problemas futuros. Assim, é necessário um estudo de viabilidade técnico econômico e ambiental para a implantação da rede nessa região, sendo preciso ações como, a elaboração de projetos referentes a estruturação da rede, identificando a extensão necessária, local de tratamento e descarte do esgoto, bem como as etapas de execução como os locais que receberão primeiro a rede e sua sequência lógica de implementação. Além da definição de tarifação adequada para a viabilidade de execução e de seu bom funcionamento. Deste modo, as ações que devem ser implantadas para estruturação da rede coletora de esgoto nas áreas urbanas distantes estão apresentadas na TAB. 53 e os respectivos planos de ação na TAB 53.1.

Tabela 53 - Ações voltadas ao programa de estruturação da rede coletora de esgoto na área urbana distante.

<b>E2 - Programa de Estruturação da rede coletora de esgoto na área urbana distante</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES02; ES04</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E2.1</b>	Estudo de viabilidade técnica econômica e financeira para implementação da rede.	Imediato/Curto
<b>E2.2</b>	Definição do local e forma de tratamento desse esgoto coletado.	Curto/Médio
<b>E2.2</b>	Criação do projeto da rede coletora para toda a área urbana distante.	Curto/Médio
<b>E2.3</b>	Definição do plano de execução das partes que serão executadas primeiramente e sua sequência lógica.	Curto/Médio
<b>E2.4</b>	Execução da estruturação da rede coletora na área urbana distante.	Médio/Longo
<b>E2.5</b>	Implementação de tarifação eficaz e adequada a realidade da população.	Longo

Tabela 53.1 -Plano de ação voltado ao programa de estruturação de rede coletora de esgoto na área urbana distante.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E2.1</b>	Estudo técnico de rede coletora de esgoto	Contratação de consultoria R\$4.172,00		
<b>E2.2</b>	Reuniões para a definição do local e forma de tratamento do esgoto coletado.		Sem custos	
<b>E2.3</b>	Estudo técnico de rede coletora de esgoto	Custo estimado no item E3.1		
<b>E2.4</b>	Reuniões para definição do plano de execução	Sem custos		
<b>E2.5</b>	Metragem de rede			Técnico Químico R\$3.183,09; Eng. Meio Ambiente R\$7.964,50 TOTAL=11.147,59
<b>E2.5</b>	Reunião para a implementação da tarifa			Sem custos

### **3.7 Programa de Estruturação do Tratamento de Esgotos no Município**

O tratamento do esgoto é relevante para garantir a manutenção da saúde pública e a preservação do meio ambiente. O município apresenta o recolhimento do esgoto em grande parte da área urbana, porém dessa coleta não há seguimento para o tratamento necessário antes de seu lançamento nos corpos hídricos, o que é prejudicial. Os efluentes são conduzidos através de estação elevatória, que têm como corpo receptor o Córrego Traíras, que deságua no Ribeirão do Cedro e posteriormente no Rio Paraopeba.

Atualmente a cidade tem uma estação de tratamento de esgoto (ETE) desativada, composta por um tratamento preliminar, tanque séptico e filtro anaeróbio localizada no bairro Cedrolândia, os efluentes direcionados à ETE desativada são lançados diretamente no Ribeirão Cedro. Não há monitoramento do efluente, em nenhum dos corpos hídricos receptores, desta forma a composição do efluente do município é desconhecida e baseada em referências.

A ausência de tratamento do esgoto gera distúrbios como epidemias, vetores, degradação ambiental, odores e presença de animais silvestres próximo ao corpo receptor, e conseqüentemente redução na qualidade de vida da população.

Deste modo, faz-se necessário que o município tenha uma estrutura de tratamento de esgoto efetiva, para isso medidas necessárias como, estudos de viabilidade técnico e econômico para escolha correta do local de implantação da ETE. Caso o melhor local seja o já existente, deve-se fazer a identificação dos problemas presentes, adequação e ativação da mesma, e o monitoramento da qualidade da água dos corpos receptores (montante e jusante).

Para a área urbana distante, faz-se necessário a implementação da estrutura de recolhimento do esgoto juntamente com a estrutura para seu tratamento, implantando uma ETE e monitorando os corpos hídricos. Também será necessário a implementação de tarifas adequadas a realidade populacional, para que se possa manter e custear o tratamento efetivo do esgotamento sanitário. Nesse sentido, as ações que devem ser implantadas para a estruturação do tratamento de esgoto estão apresentadas na TAB 54. Os planos de ação estão na TAB 54.1.



Tabela 54 - Ações voltadas ao programa de estruturação do tratamento de esgoto.

<b>E3 - Programa de estruturação do tratamento de esgoto</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES02; ES07</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E3.1</b>	Estudo de viabilidade técnica econômica para implantação da Estação de tratamento de esgoto, ou reativação da existente.	Imediato/Curto
<b>E3.2</b>	Implantação de estrutura para a ETE e/ou reforma da estrutura existente.	Curto/Médio
<b>E3.3</b>	Manutenção constante do bom funcionamento da ETE implantada	Médio/longo
<b>E3.4</b>	Regularização da tarifação do tratamento de esgoto.	Médio
<b>E3.5</b>	Implantação de monitoramento da qualidade da água dos corpos receptores.	Imediato/Curto/ Médio

Tabela 54.1 – Plano de ações voltadas ao programa de estruturação do tratamento de esgoto.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E3.1</b>	Estudo técnico para tratamento de esgoto	Contratação de consultoria R\$4.172,00		
<b>E3.2</b>	Estrutura da ETE		Reforma ou construção de ETE R\$400.000,00	
<b>E3.3</b>	Profissionais para operação da ETE.		Salário de Operador de ETE R\$1.689,06 e Auxiliar de serviços de saneamento R\$1.331,82 TOTAL=R\$3.020,88 mensal	
<b>E3.4</b>	Reunião com membros competentes		Sem custo	
<b>E3.5</b>	Profissional para monitoramento da qualidade da água.	Técnico Químico R\$3.183,09; Eng. Meio Ambiente R\$7.964,50 TOTAL=11.147,59		

### 3.8 Programa de Assistência de Implantação de Tratamento Individual

O acesso ao saneamento básico é um direito primário de toda a população. É de responsabilidade do município oferecer soluções individuais quando a coletiva não for viável em determinadas situações.

Nas áreas dispersas como a rural e urbana distantes, o esgotamento sanitário é realizado pelos próprios moradores que adotam soluções individuais como fossa negra ou séptica. Entretanto, a ausência de assistência pública para a manutenção e monitoramento das fossas existentes, acarreta problemas como esgoto a céu aberto, proliferação de insetos, e exposição da saúde dos moradores, além de colocar a preservação do meio ambiente em risco. O tratamento individual do esgoto é importante para garantir a qualidade de vida e dignidade humana.

Faz-se necessário a implementação de algumas medidas como o reconhecimento dos imóveis da área urbana que utilizam sistemas individuais devido

condições especiais, que impossibilitam a utilização da rede coletiva; cadastramento dos imóveis da área rural e urbana distante; identificando qual tipo de fossa é utilizada; programa de incentivo para substituição da fossa negra utilizada em grande parte do município, por fossas sépticas, para evitar contaminação do ambiente e preservar a saúde; monitoramento do ambiente em que as fossas estão presentes, para identificar presença de contaminações; sistematização de limpeza regular das fossas existentes; e adoção de tarifas adequadas a realidade populacional, para que se possa manter e custear o tratamento e recolhimento efetivo do esgotamento sanitário. As ações que devem ser implantadas para a assistência na implantação do tratamento de esgoto individual estão apresentadas na TAB.55 e os respectivos planos de ação na TAB. 55.1.

Tabela 55- Ações voltadas ao programa de assistência de implantação de tratamento individual.

<b>E4 - Programa de assistência de implantação de tratamento individual</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES02; ES0; ES07</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E4.1</b>	Cadastro de imóveis onde há presença de solução individuais, classificando os tipos.	Imediato/Curto
<b>E4.2</b>	Implementação de um sistema de limpeza de fossa realizado de forma regular e com agendamento prévio, através de caminhão limpa fossa.	Curto/Médio/Longo
<b>E4.3</b>	Implantação de programa para substituição das fossas rústicas por fossas sépticas.	Médio/longo
<b>E4.4</b>	Regularização da tarifação do tratamento de esgoto.	Médio

Tabela 55.1 – Plano de ações voltadas ao programa de assistência de implantação de tratamento individual.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E4.1</b>	Software para reconhecimento e cadastro da rede coletora de esgoto. Funcionário técnico para execução do cadastro Equipamento de GPS (E1.1). Software para reconhecimento e cadastro da rede coletora de esgoto. Funcionário técnico para execução do cadastro Equipamento de GPS (E1.1).	Custo estimado no item E1.1		
<b>E4.2</b>	Serviço de limpa-fossa	Serviço de limpa-fossa R\$40,00/1m <sup>3</sup>		
<b>E4.3</b>	Profissional especializado		Técnico em projetos e Obras R\$3.183,00 mensal.	
<b>E4.4</b>	Reunião com membros competentes		Sem custo	

### 3.5 Programa de Monitoramento do Lançamento de Efluentes

Atualmente, o município de Caetanópolis não realiza o tratamento de efluente, devido a infraestrutura estar completamente deteriorada, acarretando assim no lançamento dos efluentes sem o tratamento adequado nos corpos receptores. Com isso, é preciso que inicialmente sejam realizadas as devidas manutenções e construções do sistema de tratamento. Posteriormente, é importante que seja feito o monitoramento dos efluentes a serem lançados, que tem como objetivo reduzir os riscos ambientais aos recursos hídricos e a população, para isso é necessário que algumas ações sejam realizadas, como as descritas na TAB. 56 e os planos de ações descritos na TAB. 56.1.

Tabela 56 - Ações voltadas ao programa de monitoramento do lançamento de efluentes.

<b>E5 - Programa de monitoramento do lançamento de efluentes</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES07</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E5.1</b>	Realizar análises físico-químicas do efluente a ser lançado e do seu corpo receptor para avaliar a eficiência do tratamento.	Médio
<b>E5.2</b>	Estabelecer critérios de qualidade do efluente conforme a realidade do município e os indicadores do SNIS.	Curto
<b>E5.3</b>	Determinar os procedimentos e periodicidade a serem realizados/cumpridos durante as análises e dá o devido treinamento ao colaborador.	Médio
<b>E5.4</b>	Garantir que os efluentes gerados sejam lançados nos corpos receptores dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação vigente.	Médio

Tabela 56.1 – Plano de ações voltadas ao programa de monitoramento do lançamento de efluentes.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E5.1</b>	Profissionais para realização de análises		Custo estimado no item E3.5	
<b>E5.2</b>	Sem parâmetro			
<b>E5.3</b>	Reuniões para definir os procedimentos a serem realizados.		Sem custos	
<b>E5.4</b>	Funcionários para fiscalizar o descarte, de efluentes nos corpos receptores.		Fiscal Municipal R\$2.323,51; visitador sanitário R\$1.017,60 TOTAL R\$3.341,11 mensal.	

O monitoramento dos efluentes compreende a realização de amostragens periódicas do esgoto, de forma que permita avaliar o desempenho da ETE para cumprir os padrões e condições de lançamento da legislação e não exceder a capacidade de suporte do corpo receptor. Deverão ser coletadas amostras na entrada do esgoto e na saída, assim como medição do pH. Além disso, devem ser realizadas amostragens a montante e a jusante do lançamento dos efluentes no corpo hídrico. As condições e padrões de lançamento de efluentes são determinadas pela Resolução CONAMA nº 430/2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

Na TAB. 57 são apresentados os parâmetros de lançamento de efluente estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, podendo ser aplicados outros critérios para análises, conforme orientação do órgão ambiental competente.

Tabela 57- Parâmetros de lançamento de efluente.

PARÂMETRO	CONDIÇÃO
pH	6 a 9
Temperatura	Abaixo de 40°C, onde a variação de temperatura do corpo receptor não podendo ultrapassar a 3°C no limite da zona de mistura.
Materiais sedimentáveis	até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em corpos d'água que tenham velocidade de circulação quase nula, os materiais sedimentáveis deverão estar praticamente inexistentes.
Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C	Não podendo ser superior a 120 mg/L, esse limite somente poderá ser ultrapassado no caso do efluente de sistema de tratamento apresente eficiência na remoção mínima de 60% de DBO, ou por meio de estudo de autodepuração do corpo hídrico que afirme que as metas do enquadramento do corpo receptor sejam atendidas.
Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas)	No máximo de 100 mg/L
Materiais flutuantes	Ausentes

Fonte: CONAMA nº 430/2011

Caso essas análises sejam elaboradas por empresas terceirizadas ou autarquias, a Administração Municipal deverá realizar o monitoramento, fiscalização e acompanhamento das atividades desenvolvidas, devendo ter livre acesso aos parâmetros e indicadores obtidos.

### 3.6 Programa de Implantação de Sistema de Informações do Esgoto Sanitário

O objetivo desse programa é estruturar um banco de dados e informações provenientes da situação do esgoto no município de Caetanópolis. Tais informações devem ser reunidas e atualizadas constantemente nesse sistema. Além disso, esse instrumento de gestão visa descentralizar a obtenção e produção de desses dados.

Como o município não dispõe de uma estação de tratamento dessas águas residuais é extremamente necessário estudar e obter informações dos efluentes

sanitários gerados no município. Esse sistema proposto irá conter informações como, características físico-químicas e microbiológicas do esgoto, nível de toxicidade do seu lodo, quantidade de esgoto gerado no município, tratamento realizado, quantidade e qualidade da água devolvida aos córregos, relação de fossas sépticas ou negras (caso exista), fiscalização e tratamento dessas fossas, dimensão da rede e previsão de manutenções ou obras de melhorias e tarifação sobre a coleta e tratamento do mesmo.

Esse banco de dados viabiliza a organização e a tomada de decisões pelos órgãos competentes, possibilitando identificação de comunidades a serem atendidas e ao cidadão bem como acompanhar os serviços prestados. A TAB. 58 apresenta ações para implementação do sistema de informação do serviço de esgotamento sanitário. Os respectivos planos de ações apresentados na TAB. 58.1.

Tabela 58 - Ações voltadas ao programa de implementação de sistema de informações do esgotamento sanitário

<b>E6 - Programa de implantação de sistema de informações do esgoto sanitário</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E6.1</b>	Criação do sistema de informações do esgoto sanitário.	Curto
<b>E6.2</b>	Reunir dados e informações para serem inseridos no sistema.	Imediato
<b>E6.3</b>	Criar uma coordenação unificada do sistema.	Curto
<b>E6.4</b>	Divulgação desse sistema.	Curto
<b>E6.5</b>	Alimentação e atualização das informações.	Curto/Médio



Tabela 58.1 – Plano de ações voltadas ao programa de implementação de sistema de informações do esgotamento sanitário.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>E6.1</b>	Profissional para desenvolvimento de banco de dados		Custo estimado no item A6.1	
<b>E6.2</b>	Profissional para coleta e cadastro de informações		Custo estimado no item A6.2	
<b>E6.3</b>	Profissional para gerenciamento do sistema		Custo estimado no item E6.1	
<b>E6.4</b>	Divulgação em meios de comunicação públicos		Sem custo	
<b>E6.5</b>	Profissional para coleta e cadastro de informações		Custo estimado no item A6.	

### 3.7 Programa de Educação Ambiental

A educação ambiental é um comprometimento com a sociedade e torna possível modificar a vida de toda a população. É essencial que com a criação da Secretaria do Meio Ambiente, seja estabelecido um grupo, composto por diferentes entes da sociedade que auxilie na gestão dos projetos de educação ambiental, assim como investir em estruturas que garantam o efetivo tratamento dos esgotos do município. Para a efetivação deste programa, recomenda-se no presente PMSB as seguintes ações educacionais, conforme TAB. 59. E os planos de ação na TAB 59.1.

Tabela 59- Ações voltadas ao programa de educação ambiental.

<b>E7 - Programa de educação ambiental</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>ES05</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>E7.1</b>	Coletar gorduras/óleos de estabelecimentos que fazem o descarte na rede de esgoto.	Curto
<b>E7.2</b>	Campanhas de informatização nas escolas de como funciona as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).	Imediato
<b>E7.3</b>	Orientar a população para implantar as ligações pluviais e de esgoto de forma correta, durante a etapa de construção de residências e/ou comércios.	Imediato
<b>E7.4</b>	Conscientizar/incentivar a população a fazer/reparar as ligações de esgoto de suas residências.	Imediato

Tabela 59.1 – Plano Ação voltado ao programa de educação ambiental.

<b>Objetivos</b>	<b>Parâmetro Utilizado</b>	<b>Amplitude/ Estimativa (R\$)</b>		
		<b>Imediato/Curto</b>	<b>Médio</b>	<b>Longo</b>
<b>E7.1</b>	Profissional para coleta de material		Auxiliar de serviços gerais R\$998,00 mensal.	
<b>E7.2</b>	Criação de uma equipe competente para trabalhar com o programa de Educação Ambiental/ Responsabilidade social que ficará à disposição para orientar a população sobre temas ambientais e sociais	Custo estimado no item A7.1		
<b>E7.3</b>				
<b>E7.4</b>				

A coleta de gorduras e óleos deve ser realizada em restaurantes, bares e lanchonetes que fazem o descarte na rede, poderá também ser estabelecidos pontos de coleta no município para que a população em geral descarte esse resíduo, a Prefeitura poderá estabelecer parceria com uma empresa privada para fazer a reciclagem desse resíduo em usinas de biocombustível, ou até mesmo incentivar a criação de uma cooperativa dos moradores que reutilize o óleo gerado para fabricação de sabões, o que é bastante comum na área urbana, podendo ser expandido para todo o município, uma vez que a aglomeração de óleos e gorduras nas tubulações gera entupimentos, refluxo de esgoto e até rompimentos nas redes coletoras, causando transtornos à população, além de ocasionar a impermeabilização e poluição de córregos e rios.

As campanhas de informatização sobre as ETE's nas escolas devem ter como objetivo orientar sobre os processos feitos e conscientizar sobre a importância do uso racional da água, visto que, quanto maior o consumo de água, maior será a vazão de esgoto gerado.

As orientações feitas à população para implantar ligações adequadas ou a realizar correções durante a construção de suas edificações visa evitar que ocorram problemas durante períodos chuvosos. Assim como, conscientizar os usuários a realizarem as ligações de esgoto, de forma que os esgotos possam ser estabelecidos de maneira adequada no meio ambiente, diminuindo a sua capacidade de danificação dos corpos hídricos e conseqüentemente auxiliando para a melhoria da qualidade de água dos corpos receptores da região.

### **3.5 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Os indicadores de desempenho do sistema de esgotamento sanitário descritos na TAB 60, permitem uma melhor análise referente aos serviços inclusos nesse eixo, ao longo do período estabelecido para a execução do PMSB, do município de Caetanópolis-MG, levando em consideração as suas carências e potencialidades.

Alguns dados expressos neste eixo, permitem constatar irregularidades e avaliar a qualidade dos serviços prestados, de acordo com os padrões estabelecidos, visando a universalização e qualidade dos serviços ofertados.

Tabela 60- Indicadores de desempenho referentes ao eixo de esgotamento sanitário

NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODOCIDADE DO CÁLCULO	FÓRMULA DO CÁLCULO	LISTA DE VARIÁVEIS	UNIDADES	LIMITES PARA AVALIAÇÃO	RESPONSÁVEL PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO
Índice de coleta de esgoto.	Medir o percentual de volume de esgoto coletado conferido ao volume de água consumido.	Anual	$[\text{VEC}/(\text{VAC}-\text{VAE})] * 100$	VEC: Volume de Esgoto Coletado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado.	Porcentagem (%)	Ideal = 100% Razoável > 80% Ruim < 80%	Prefeitura Municipal
Índice de tratamento de esgoto.	Medir o percentual de volume de esgoto tratado conferido ao volume coletado.	Semestral	$[\text{VET}/\text{VEC}] * 100$	VET: Volume de Esgoto Tratado VEC: Volume de Esgoto Coletado.	Porcentagem (%)	Ideal= 100% Razoável > 80% Ruim < 80%	Prefeitura Municipal
Índice de esgoto tratado referido à água consumida.	Medir o percentual de volume de esgoto tratado conferido ao volume de água consumido.	Semestral	$[\text{VET}/(\text{VAC}-\text{VAE})] * 100$	VET: Volume de Esgoto Tratado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado.	Porcentagem (%)	Ideal= 100% Razoável > 80% Ruim < 80%	Prefeitura Municipal
Índice de atendimento urbano de esgoto.	Calcular a população da área urbana atendida com rede de esgoto.	Anual	$[\text{PUA}/\text{PUM}] * 100$	PUA: População Urbana Atendida com rede de Esgotamento Sanitário. PUM: População Urbana do Município.	Porcentagem (%)	Ideal= 100% Razoável > 80% Ruim < 80%	Prefeitura Municipal

Índice de atendimento urbano distante de esgoto. Continua	Calcular a população urbana distante atendida com rede de esgoto.	Anual	[PUDA/PUD] *100	PUDA: População Urbana Distante Atendida com rede de Esgotamento Sanitário. PUD: População Urbana Distante do Município.	Porcentagem (%)	Ideal= 100% Razoável>80% Ruim < 80%	Prefeitura Municipal
--	---	-------	--------------------	---	-----------------	---	----------------------

#### **4. Serviço de Manejo de Águas Pluviais**

Conforme VAZ (2004) a drenagem urbana é o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita, diminuir prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Ou seja, a drenagem nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano.

A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios e estes, por sua vez, demandaram outros locais para ocupar. (Canholi, 2005)

O sistema de drenagem é classificado conforme as suas dimensões que são: o sistema de microdrenagem que são estruturas que coletam as águas da chuva nas áreas urbanas, formadas por bueiros e tubulações secundárias de menor diâmetro; e o sistema de macrodrenagem que é o conjunto de galerias de águas pluviais, canais, etc, que constituem grandes troncos coletores das águas das chuvas em áreas urbanizadas ou em processo de urbanização.

Além disso, é de suma importância saber diferenciar enchente, inundação e alagamento. A enchente é um fenômeno fluvial em que um rio, não conseguindo dar vazão à água que aflui num determinado ponto, eleva o nível das águas. Já a inundação é a invasão de um local pelas águas, que pode ser da chuva, de um rio que transbordou ou de um cano que estourou. E o alagamento é a existência de água empossada em determinado local e que não consegue sair ou tem dificuldades para escoar.

##### **4.1 Alagamentos e suas causas**

É importante relatar que atualmente em Caetanópolis, não existe cronograma de execução de serviços preventivos para eventos de enxurradas, alagamentos ou enchentes.

#### 4.1.1 Área urbana

Através dos questionários aplicados a população do município de Caetanópolis, foi identificado a incidência de 19,26% de pontos de alagamento em todo o município, conforme TAB. 61.

As causas apresentadas para essa ocorrência são de 89,04% provenientes das águas pluviais advindas das vias e 1,37% provenientes das águas advindas de corpos hídrico, caracterizando desta forma as enchentes, FIG. 20. Além disso 9,59% dos entrevistados não souberam identificar o motivo de tais problemas.

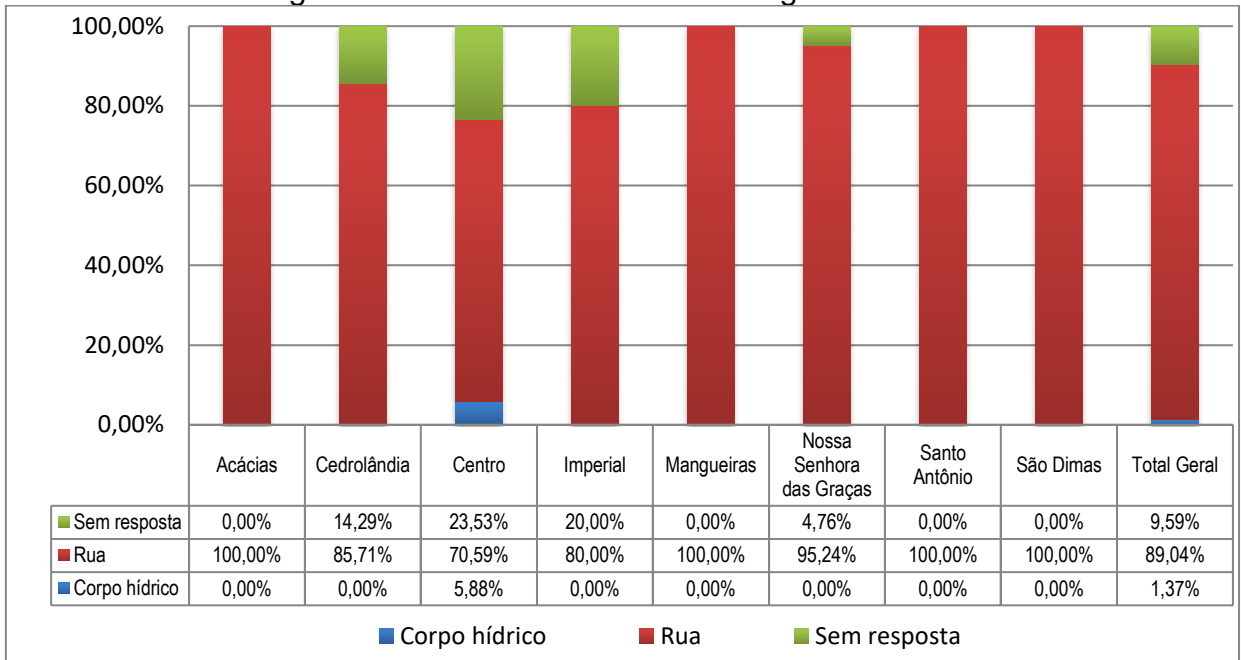
Observou-se que o local mais afetado é o bairro Mangueiras, indicando um percentual de 42,31% de incidência de alagamentos nas vias dele, apresentando desta forma, uma grande necessidade de intervenção. Além do bairro Mangueiras, os bairros como Acácias, Cedrolândia, Centro, Imperial, Nossa Senhora das Graças, Santo Antônio e São Dimas, também apresentaram pontos de alagamento, sendo que o único bairro que tem indícios de pontos de alagamentos provenientes de águas dos corpos hídricos é o Bairro Centro.

Tabela 61 - Vias com presença de alagamentos por bairro

<b>Percentual com Pontos de Alagamentos</b>			
<b>Bairro</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Sem resposta</b>
<b>Acácias</b>	28,57%	71,43%	0,00%
<b>Cedrolândia</b>	25,00%	75,00%	0,00%
<b>Centro</b>	15,18%	84,82%	0,00%
<b>Clara Nunes</b>	0,00%	100,00%	0,00%
<b>Imperial</b>	27,78%	72,22%	0,00%
<b>Mangueiras</b>	42,31%	57,69%	0,00%
<b>Nossa Senhora das Graças</b>	17,50%	81,67%	0,83%
<b>Santo Antônio</b>	13,16%	81,58%	5,26%
<b>São Dimas</b>	17,86%	82,14%	0,00%
<b>Total Geral</b>	<b>19,26%</b>	<b>79,95%</b>	<b>0,79%</b>



Figura 20 - Causas de acúmulo de água nas vias



4.1.2 Área urbana distante

Nos bairros localizados na área urbana distante como, Boa Vista, Buritis, Itapuã e Itamaracá, através dos questionários, foi constatado a existência de pontos de alagamentos, cerca de 30% das ruas desses bairros são afetadas pelas chuvas, conforme FIG. 21.

Figura 21 – Vias com alagamentos em áreas urbanas distantes



Além disso, 100% dos alagamentos nessas áreas urbanas distantes são provenientes das águas pluviais advindas das ruas.

#### **4.4.2 Estrutura de microdrenagem nos bairros**

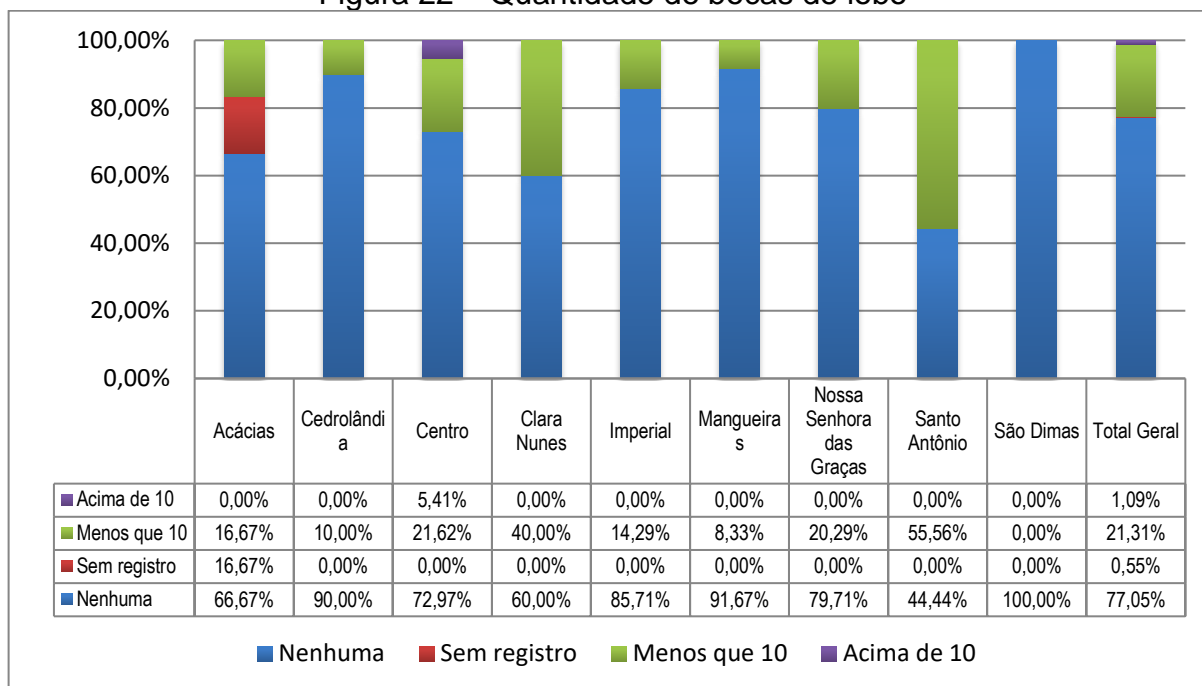
##### *4.1.3 Área urbana*

Para melhor compreensão do funcionamento da estrutura de microdrenagem existente, foi realizado uma análise das vias do município de Caetanópolis, onde foi feito uma análise visual observando, o tipo de pavimentação da via, presença, quantidade e conservação de sistemas como, boca de lobo, canaletas de drenagem, existência de acúmulo de resíduos sólidos nas vias e/ou lotes vagos, dentre a observância de outros aspectos necessários. Compondo assim, registro escrito e fotográfico dos locais, além destes serem catalogados através de pontos no Global Positioning System – GPS.

Em relação às bocas de lobo, que são dispositivos instalados em vias públicas para promover a drenagem das águas pluviais, não foram encontradas grandes quantidades deste equipamento no município, FIG. 22. Conforme dados, do levantamento de informações através de questionários preenchidos, sobre características das ruas, 77,05% das vias percorridas não possuem bocas de lobo, 22,4% das vias percorridas possuem bocas de lobo e 0,55% dos questionários não registraram tais características.

É importante frisar, que no bairro mais afetado pelas chuvas, Mangueiras, apenas 8,33% das vias possuem bocas de lobo (menor percentual da zona urbana). No bairro São Dimas, 100% das ruas percorridas não possuem bocas de lobo, o que se deve atenção, uma vez que nesse bairro houve relatos, por parte dos moradores, da existência de pontos de alagamento.

Figura 22 – Quantidade de bocas de lobo



Em relação ao estado de conservação das bocas de lobo existente, observa-se na FIG. 23, FIG.24, FIG. 25 e FIG. 26, que 44% delas estão em bom estado de conservação (sem obstruções e danos), outros 44% apresentam acúmulo de mato e resíduos e 10% encontra-se sem gradeamento. Cabe salientar que em 2% não houve registro por parte do estagiário que respondeu o questionário.

Quanto os 44% das bocas de lobo com acúmulo de mato e resíduos sólidos, é importante colocar que sua limpeza vem ocorrendo de forma corretiva sendo realizada apenas em épocas de chuvas ou em momentos em que o entupimento já está causando transtorno, assim é necessário que se realize a manutenção e limpezas preventivas, a fim de evitar e ou reduzir a incidência de alagamentos em alguns bairros. No que se refere aos 10% sem gradeamento, devem ser colocadas às devidas grades para evitar acidentes e danificação das tubulações por meio de materiais que possa adentrar o sistema por esta ausência.

Figura 23 – Situação bocas de lobo

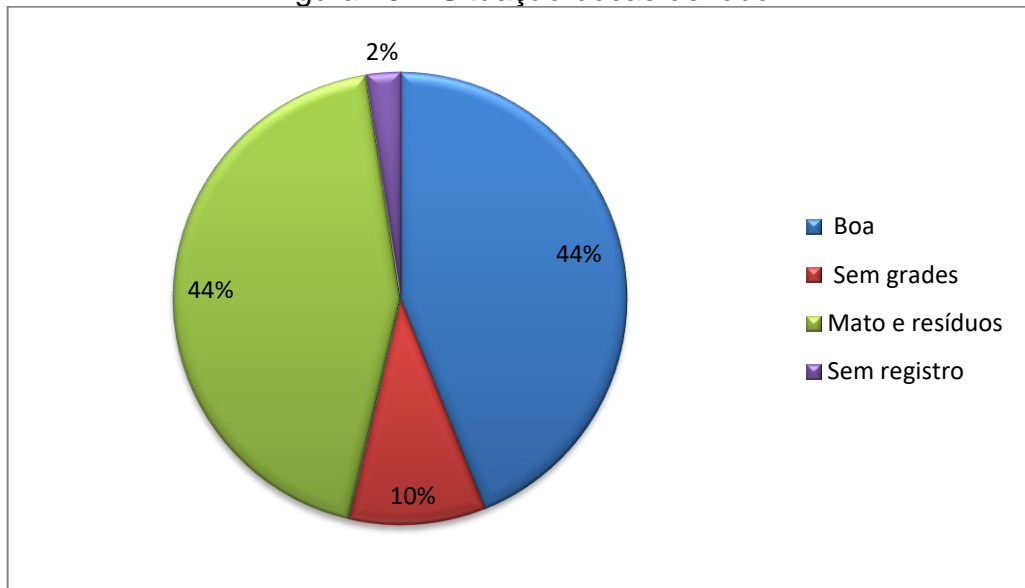


Figura 24– Boca-de-lobo obstruída





Figura 25 – Boca-de-lobo em bom estado de conservação



Figura 26 – Boca-de-lobo em bom estado de conservação



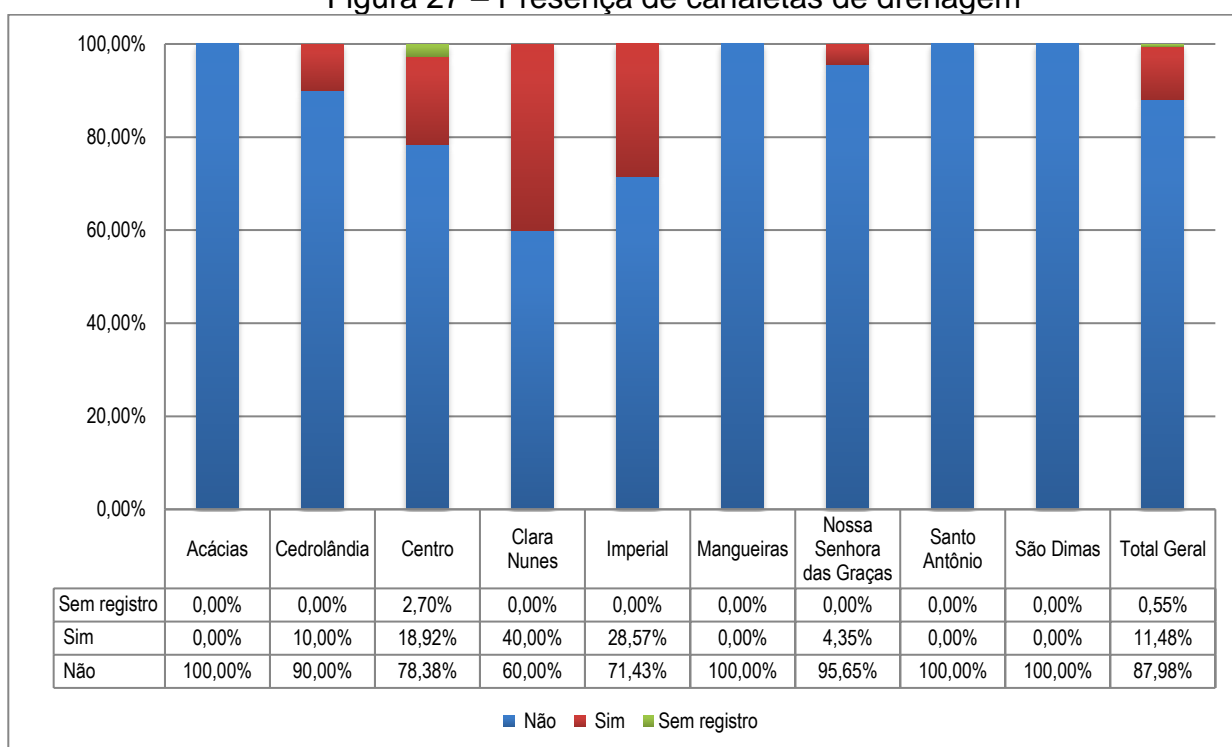
As canaletas de drenagem, fazem parte da drenagem superficial e tem por objetivo a captação ou interceptação e remoção das águas precipitadas, sobre as

superfícies e áreas adjacentes, de forma eficiente, além de conduzir as águas pluviais oriundas das ruas para os bueiros.

No município de Caetanópolis, conforme FIG.27, 87,98% das vias percorridas não possuem canaletas de drenagem apenas 11,48% possuem.

No que se refere ao bairro Mangueiras, bairro mais afetado pelas chuvas, conforme análise visual e escrita através do questionário sobre as vias do município, preenchido pelos estagiários, 100% do bairro não possui canaletas de drenagem. Vale destacar que destes questionários, 0,55% não tiveram registro de tal informação.

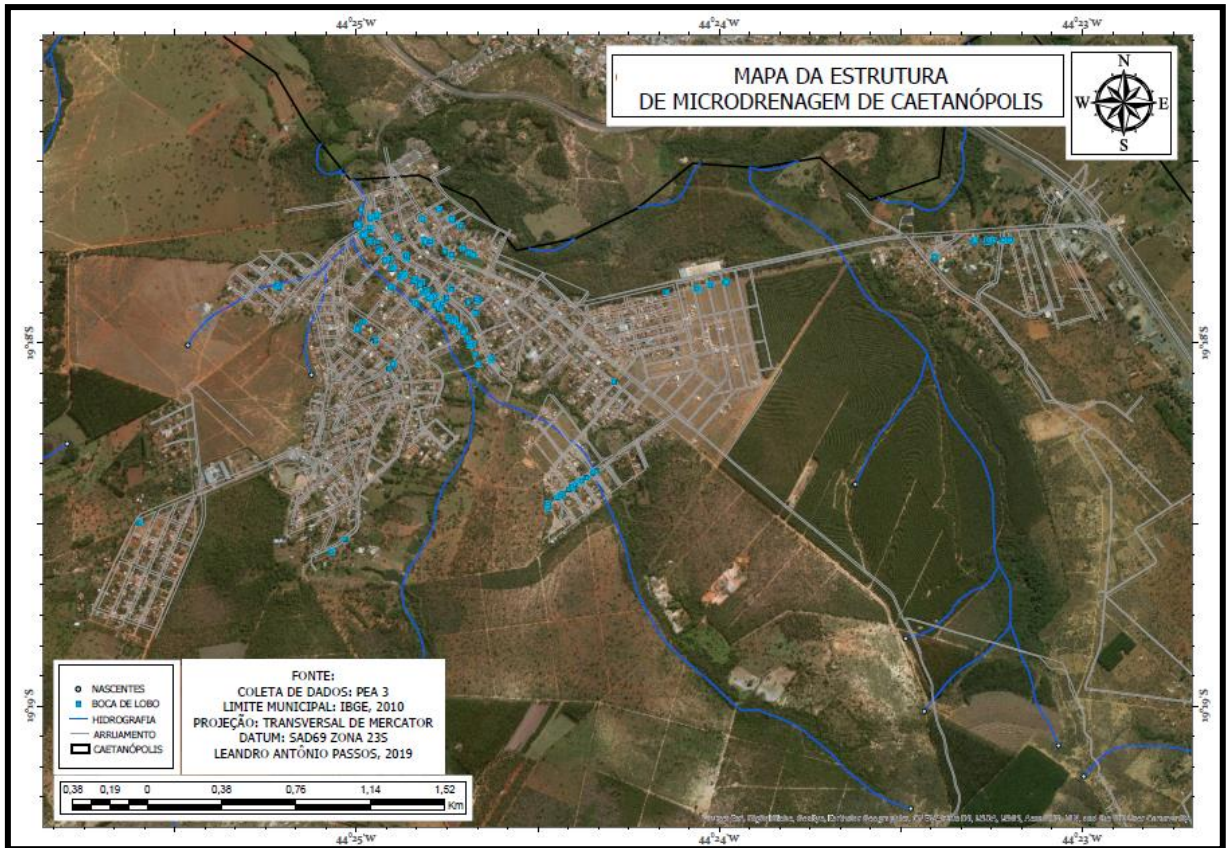
Figura 27 – Presença de canaletas de drenagem



Visando facilitar a identificação dos pontos de microdrenagens, foram catalogados os pontos de GPS deste sistema levantados e descritos através do mapa (FIG. 28).



Figura 28 – Mapa de microdrenagem



#### 4.1.4 Área urbana distante

Conforme análise visual e relato dos moradores, é importante frisar que os bairros das zonas urbanas distantes como, Boa Vista, Itapuã, Itamaracá e Buritis não possuem sistema de microdrenagem.

## 4.2 Destinação das águas pluviais

No Brasil, o sistema de coleta de esgoto e de águas pluviais utilizado em geral é o sistema separador universal, esse sistema recebe estritamente o esgoto sanitário, tendo uma rede própria para as águas pluviais. Desta forma, é de grande importância identificar a destinação das águas pluviais para que sejam locadas corretamente, evitando-se águas parasitárias na rede de esgoto e sua consequente sobrecarga.

#### 4.2.1 .Área urbana

Conforme questionários realizados com a população, descritos na TAB. 62 de destinação da água pluvial, foi possível identificar que pequena parte da população reaproveita a água da chuva, cerca de 10,55% da população tem essa prática, 84,17% dos entrevistados, identificaram que a água da chuva que sai de suas casas são direcionadas para a rua, e 5,01% informaram que a água da chuva é direcionada para a rede de esgoto. Deve-se ter uma atenção especial com a proporção que a água pluvial é encaminhada para a rede de esgoto, pois tal rede não está preparada para receber águas provenientes da chuva, podendo em virtude das altas vazões, gerar danos à tubulação.

Tabela 62 - Destinação da água pluvial

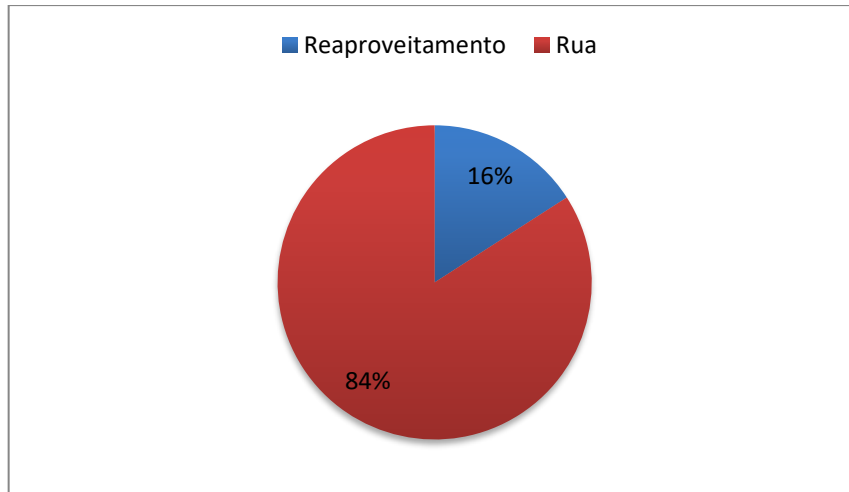
<b>Percentual de destinação da água pluvial</b>				
<b>Bairro</b>	<b>Reaproveitamento</b>	<b>Rede de Esgoto</b>	<b>Rua</b>	<b>Sem resposta</b>
<b>Acácias</b>	14,29%	0,00%	85,71%	0,00%
<b>Cedrolândia</b>	17,86%	0,00%	82,14%	0,00%
<b>Centro</b>	8,93%	9,82%	80,36%	0,89%
<b>Clara Nunes</b>	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
<b>Imperial</b>	11,11%	0,00%	88,89%	0,00%
<b>Mangueiras</b>	11,54%	0,00%	88,46%	0,00%
<b>Nossa Senhora das Graças</b>	8,33%	4,17%	87,50%	0,00%
<b>Santo Antônio</b>	13,16%	5,26%	81,58%	0,00%
<b>São Dimas</b>	14,29%	3,57%	82,14%	0,00%
<b>Total Geral</b>	<b>10,55%</b>	<b>5,01%</b>	<b>84,17%</b>	<b>0,26%</b>

#### 4.2.2 Área urbana distante

No que se refere aos bairros urbanos distantes como Boa Vista, Itapuã, Itamaracá e Buritis ficou constatado, através da FIG. 29, que 16% dos entrevistados reutilizam a água pluvial e 84% informaram que a água da chuva além de infiltrar no terreno, são direcionadas para as vias.



Figura 29– Destinação água pluvial dos bairros urbanos distantes



### 4.3 Identificação dos sistemas de macrodrenagem

Analisando os mapas da Cidade de Caetanópolis do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 2010 e o de microdrenagem, podemos identificar que as bocas de lobo se concentram com maior incidência nas proximidades do Córrego das Traíras, tendo em vista que ele passa por grande parte do município. Os equipamentos como bocas de lobo, bueiros e pequenas galerias, diâmetro entre 400 mm e 1,5 m, conduzem as águas pluviais para esse córrego. Não obtivemos informações quanto à presença de grandes galerias com diâmetro superior a 1,5m, o que seria um elemento da macrodrenagem. Assim, o Córrego das Traíras, FIG. 30, se torna uma importante ferramenta de macrodrenagem para a cidade de Caetanópolis.

Figura 30 – Córrego do Traíras



Além disso, existem pontos de microdrenagens em alguns bairros mais afastados do Córrego das Traíras, como Cedrolândia e Clara Nunes, desta forma analisando as FIG. 31 e 32, constatou-se que o Ribeirão do Cedro e o Córrego do Cedro Velho também são elementos de macrodrenagem, assim como o Córrego das Pindaíbas que passa em parte do Bairro Nossa Senhora das Graças.

Figura 31 – Mapa de rede de macrodrenagem

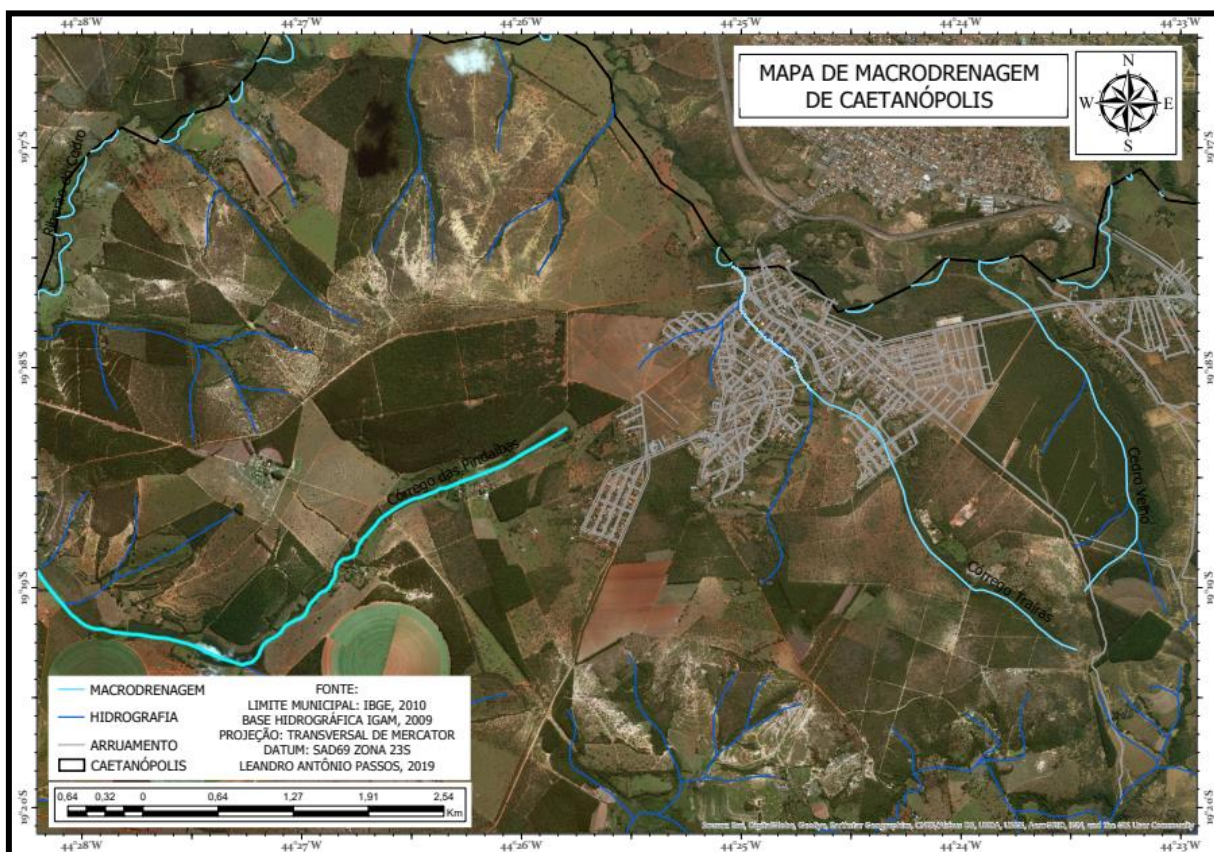
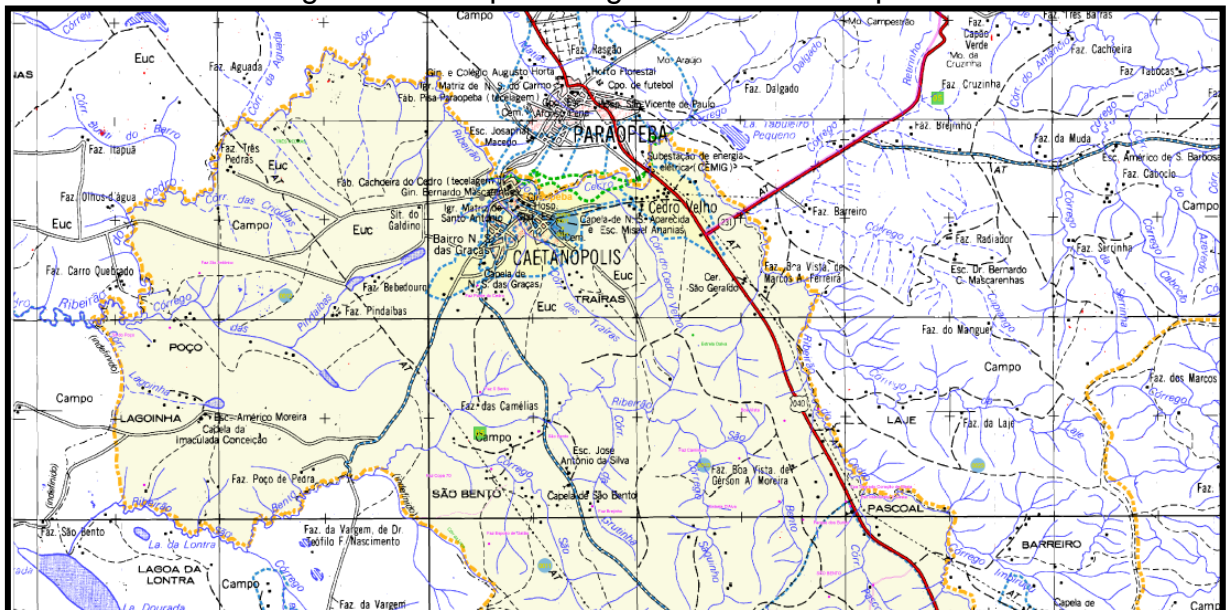


Figura 32 – Mapa hidrográfico de Caetanópolis



Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 2010

#### 4.4 Problemas apresentados pelos moradores relacionados à drenagem pluvial

Na rua principal do bairro Boa Vista, FIG. 33, foi relatado que devido à via ser íngreme e não possuir sistema de drenagem, ocorrem enxurradas com grandes vazões nos períodos de chuva, acarretando na degradação desta, dificultando o acesso e locomoção dos moradores, tornando-a intransitável nos períodos de chuvas, levando a consequências como arrastamento de pessoas e muros.

Tal fato leva aos moradores a buscar soluções próprias, relatadas como, a implantação de canaletas a fim de conduzir parte da água a um terreno, buscando diminuir a vazão d'água para evitar que está adentre as residências.



Figura 33 – Rua principal no bairro Boa Vista



Na Rua Alfredo Marino no bairro Cedrolândia, foi relatado que a via nos períodos chuvosos alaga devido à água que desce da Rua Galdino Ribeiro. Esse problema ocorre pela inexistência ou ineficiência de sistemas de drenagem, o que gera transtornos para os moradores das vias.

Já na Rua 6, locada no Bairro Itamaracá, FIG. 34, moradores reclamaram da inexistência de sistema de drenagem, onde nos períodos chuvosos geram enxurradas fortes que está destruindo a via que não é pavimentada.

Figura 34 – Rua 6, bairro Itamaracá



Na Rua Maestro José Bedeu no bairro Centro, foi relatado por uma moradora, que nos períodos chuvosos a água da rua de trás invade sua casa. De acordo com ela, foi necessário instalar uma tubulação para jogar a água no Córrego

Traíras e assim reduzir a quantidade de água que fica empossada na porta da sua residência. Vários moradores informaram, que próximo a ponte do córrego é um local onde há maior concentração de água, provenientes do desaguamento das ruas acima.

Na Rua Antônio G. Ribeiro, no bairro Nossa Senhora das Graças, houve relatos de perda de móveis por causa de alagamentos e ocasionados pela ausência do sistema de drenagem.

Na rua Dr. Guilherme Dalle Mascarenhas, FIG. 35, foi relatado que a chuva provoca carreamento de terra de um lote vago da rua de cima, e essa água com barro alaga parte da via.

Figura 35 – Rua Dr. Guilherme Dalle Mascarenhas



#### **4.5.1 Serviço de Manejo de Águas Pluviais**

A partir da análise dos dados obtidos através de extensa pesquisa de campo realizada no município de Caetanópolis e do material disponibilizado pela Prefeitura e demais órgãos técnicos responsáveis, constata-se, no diagnóstico elaborado, diversas deficiências no sistema de micro e macrodrenagem do município.

Os principais problemas relacionados ao sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais são: ausência de um planejamento adequado, que considere toda a demanda e o volume de água corrente na cidade, aliada a insuficiência do sistema atual, que possui graves deficiências quanto a vazão nos períodos chuvosos, a ausência de controle do uso e ocupação do solo, a escassez de áreas verdes e de proteção permanente, o depósito irregular dos resíduos sólidos e posterior carreamento, além da falta de dados reais referentes as condições climatológicas e fluviométricas da cidade.

Sendo assim, é preciso que haja ações de educação ambiental, buscando conscientizar os munícipes em relação aos problemas de drenagem e investimentos que busquem estabelecer de forma mais efetiva um sistema de monitoramento e controle de cheias, assim como, um melhor planejamento do uso e ocupação do solo do município. É explícito que há dificuldades de obtenção de recursos financeiros para manutenção, melhoria e ampliação da estrutura existente no município, visto que é um dos eixos do PMSB que apresenta maiores custos.

De acordo com os parâmetros estabelecidos na Lei do Saneamento Básico 11.445/07 é necessário que haja a universalização, ou seja, a ampliação progressiva até atingir 100% da população, do serviço de drenagem, captação e manejo de águas pluviais.

Dessa forma, o plano de saneamento básico objetiva conhecer a estrutura já implementada na cidade, bem como as áreas de prioridade para realização de obras de ampliação e contenção da água das chuvas, e assim garantir o direcionamento eficiente dos investimentos para a estruturação do sistema de drenagem de todo o município, propondo medidas que enfrentem as principais deficiências existentes.

#### **4.5.2 Situação atual**

O município de Caetanópolis apresenta diversas fragilidades no sistema de drenagem, a principal dessas fragilidades é a ausência de rede de microdrenagem na área urbana distante e ineficiência da rede na área urbana.

Na área urbana, verifica-se a incidência de alagamentos, ocorrendo em sua maior parte decorrentes das águas pluviais, no qual os bairros mais afetados são os Bairros Mangueiras, Acácias, Imperial e Cedrolândia.

Na área urbana distante, não há a presença de rede de microdrenagem, de acordo com os moradores todos os alagamentos ocorridos são decorrentes das águas pluviais advindas das ruas. A maior partes das vias de acesso dessa área é sem pavimentação, sendo comum a ocorrência de processos erosivos em diversos estágios.

Além disso, em mais de 70% das vias percorridas não contam com bocas de lobo, canaletas e outras estruturas que possibilitam o escoamento da água pluvial, sendo que a ausência dessas estruturas está diretamente relacionada a maior incidência de alagamentos.

Em relação a macrodrenagem, o Córrego do Traíras exerce função muito importante, visto que ele abrange grande parte do município, assim como o Ribeirão do Cedro, o Córrego do Cedro Velho e o Córrego das Pindaíbas.

Também se verificou a falta de informações, por parte da Prefeitura Municipal, sobre áreas de alagamentos, pontos críticos e bairros mais afetados, fato que dificulta a correta tomada de decisões e planejamento estratégico na gestão de recursos, bem como da infraestrutura de microdrenagem que compreende sarjetas, boca de lobos e poços de visita. Não havendo também dados sobre a situação e manutenção da rede existente da área urbana.

#### **4.5.3 Estimativas do sistema de drenagem e manejo de água pluvial ao longo de 20 anos**

O sistema de drenagem e manejo de água pluvial é o único componente do saneamento básico em que o crescimento populacional em si não pode ser considerado para a finalidade de estimativa dos serviços a serem ofertados.

O Plano Diretor e o de Uso e Ocupação do solo tem grande relevância para estabelecer o sistema de drenagem pluvial, pois possibilita analisar o crescimento da cidade e as ocupações a serem desenvolvidas em cada zona, sendo necessário estruturar o sistema de microdrenagem de forma que seja possível o recebimento de novas contribuições nas áreas a serem utilizadas.

#### **4.5.4 Propostas mitigadoras**

As medidas mitigadoras têm como finalidade reduzir os efeitos causados pelos impactos ambientais negativos gerados por determinada ação. Com isso, a seguir, são elencadas algumas medidas de controle para ações comuns de acontecerem em corpos d'água, influenciando assim no sistema de drenagem.

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

Os cursos d'água geralmente tem um equilíbrio com relação ao transporte de sedimentos, que acontecem por arrasto e saltitação, sendo depositado quando estiver em contato com água em menor velocidade, sofrendo influência também do tamanho das partículas (CARVALHO, 2000). Porém, muitas vezes esse processo sofre grandes alterações, ocasionando diversos impactos ao meio, por isso, a importância da correta determinação do uso e ocupação do solo, principalmente, próximo a bacia hidrográfica.

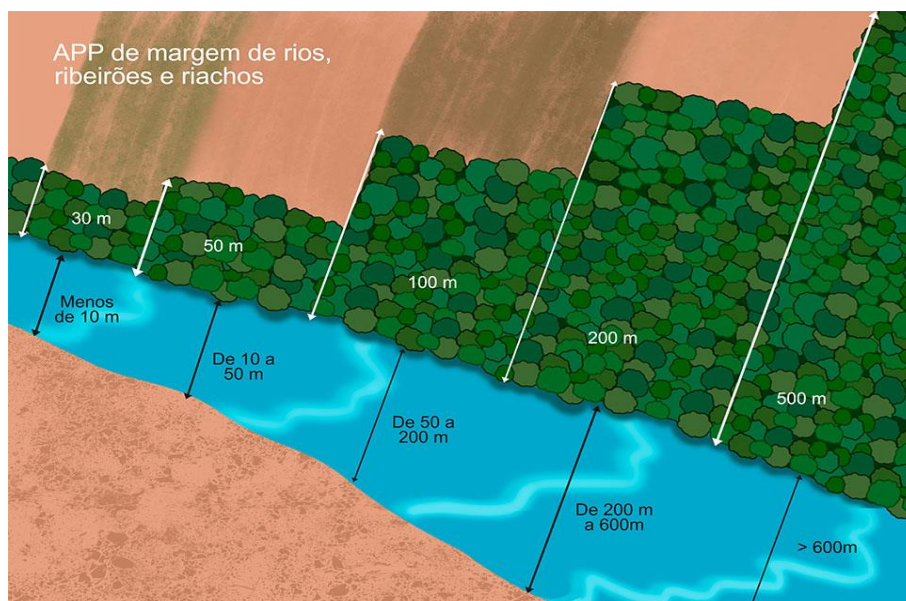
Para diminuir o assoreamento em cursos d'água pode ser empregadas as medidas a seguir:

- **Dissipadores de Energia:** Trata-se de um instrumento que objetiva favorecer a dissipação da energia de fluxos d'água escoados pelas canalizações, de forma que diminua ou impeçam os impactos ocasionados pela erosão. A implantação dos dissipadores de energia em locais de descarga da rede de drenagem facilita a redução dos processos erosivos, e conseqüentemente, diminuindo o assoreamento nos corpos hídricos.



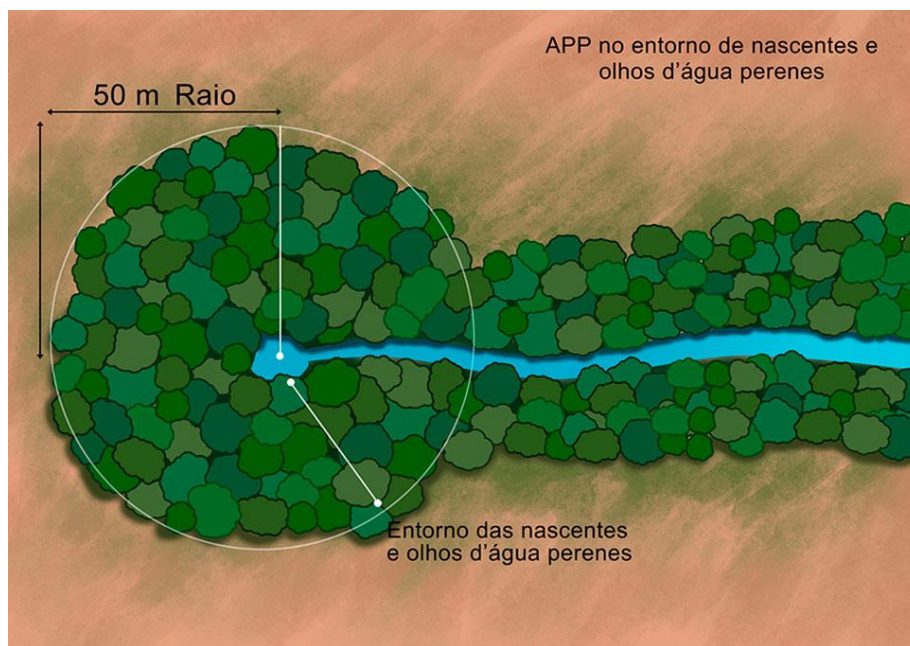
- **Bacia de Contenção:** Consiste na construção de tanques para reter a água das chuvas, buscando diminuir o volume das enxurradas, e sedimentam grande parte dos sólidos em suspensão, evitando assim que ocorram assoreamentos dos corpos hídricos. Esses pontos de contenção podem ser projetados para funcionarem, nos períodos de estiagem, como áreas públicas de lazer, uma vez que só terão necessidade de contenção de água em períodos extensos de chuva.
- **Recuperação e Preservação da Mata Ciliar:** A mata ciliar é a vegetação localizada às margens dos cursos d'água natural perene e intermitente, exercendo grande utilidade ambiental, como favorecer a correta drenagem das águas pluviais, evitando que ocorra cheias nas áreas adjacentes; possibilita a proteção da vegetação, assegurando a proteção da fauna e flora específicas; conservação da temperatura da água; e prevenção de processos erosivos; entre outras funções que reduzem a possibilidade de ocorrer assoreamento dos corpos hídricos. A Lei nº 12.727/2012 e a Lei Estadual nº 20.922/2013 determinam o valor mínimo de área de preservação permanente dos cursos d'água. Nos cursos d'água naturais as APP's variam de 30 a 500 metros, enquanto nas nascentes é preciso manter um raio de 50 metros, conforme FIG 34 e 35.

Figura 34: Áreas de APP em cursos naturais



Fonte: Cartilha do código florestal brasileiro, 2019.

Figura 35: Áreas de APP no entorno de nascentes



Fonte: Cartilha do código florestal brasileiro, 2019.

É de suma importância que o município de Caetanópolis estabeleça maneiras de fiscalização do uso e ocupação do solo para garantir a aplicação das leis citadas, assim como das Leis Municipais que deverão ser estabelecidas.

- Técnicas de Desassoreamento: Em situações excepcionais, é preciso empregar ações corretivas, como o uso de maquinário que facilitem o desassoreamento dos corpos d'água. Sendo essa medida um exemplo de medida pontual.

#### 4.5.4.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água

O despejo impróprio dos resíduos sólidos acrescido com uma gestão ineficaz da limpeza das ruas, são ações que colaboram para o lançamento de resíduos nos corpos d'água.

Os resíduos que são descartados fora das lixeiras, favorecem que os animais tenham acesso as embalagens, deixando resíduos dispersos pelas ruas podendo ser carreados até os corpos hídricos, em dias de chuva. Além disso, é muito comum em Caetanópolis, bocas de lobo obstruídas pela presença de

resíduos, bem como folhas e galhos, dificultando assim o escoamento da água e gerando alagamentos em determinados locais.

É importante que a população seja conscientizada sobre o uso de lixeiras que permitam a adequada disposição dos resíduos, assim como, evidenciar os danos gerados pelo depósito inadequado desses resíduos, que são posteriormente, direcionados aos corpos hídricos. Da mesma maneira, deve-se elaborar um cronograma de coleta dos resíduos domiciliares e grosseiros, que seja efetivo e atenda a toda a população, para que o sistema de drenagem não seja prejudicado.

Outra medida que deve ser adotada para impedir que os corpos hídricos sejam poluídos, é garantir que a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos ocorram de maneira adequada, ou seja, em aterros sanitários e que seja garantido o tratamento do chorume gerado.

#### *4.5.4.3 Medidas para o controle de escoamento na fonte*

O planejamento urbano, em relação ao gerenciamento das águas pluviais, é feito a partir de obras de emergência, buscando escoar a água das áreas mais habitadas para um corpo hídrico ou coletor principal. Porém, tais ações geram danos, uma vez que transfere para jusante os problemas ocasionados pelo maior escoamento superficial, acarretando inundações na macrodrenagem ou troncos principais (TUCCI, 1995).

O controle da drenagem na fonte é caracterizado por diversos dispositivos que tem como finalidade garantir a vazão máxima de saída, possibilitando a infiltração, armazenamento e o reuso da água pluvial, como poços e bacias de infiltração, pavimentos permeáveis e mantas de infiltração.

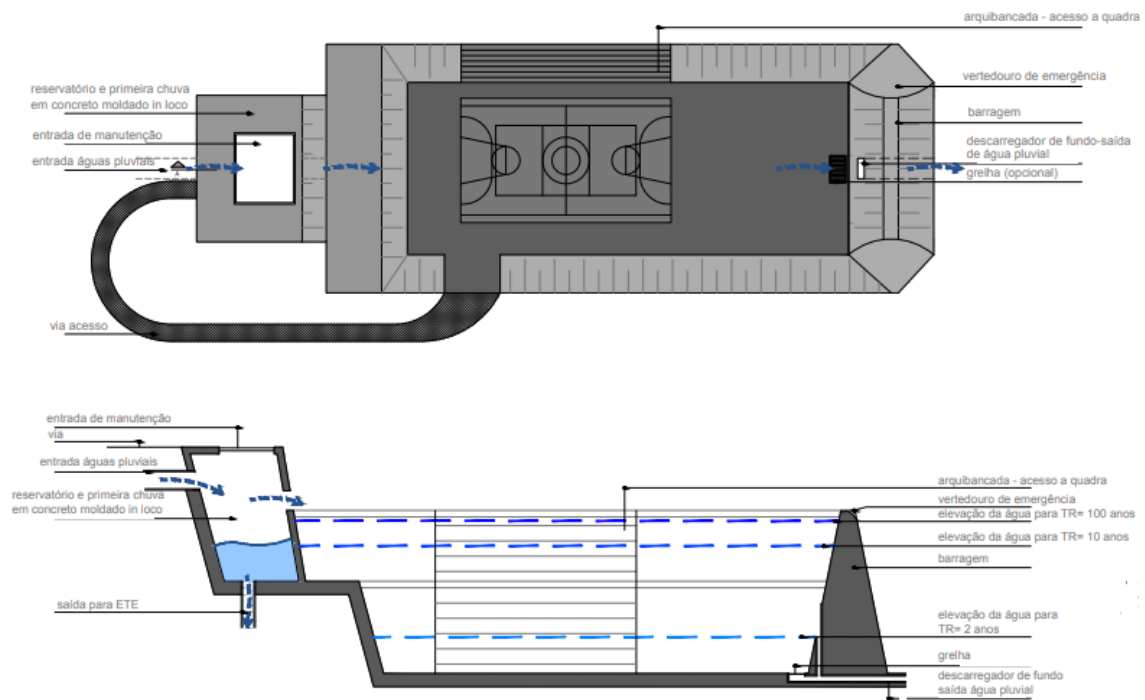
Para minimizar os problemas gerados pela intensificação do escoamento, sem atingir as áreas a jusante, foi desenvolvido alguns mecanismos que permitem o enfraquecimento das cheias. Os tanques conhecidos como “bacias de detenção e retenção” são estruturas que viabiliza o armazenamento temporário das águas da chuva, podendo ainda, ser utilizados para outras finalidades, como já citado anteriormente.

A bacia de detenção pode ser aberta, coberta ou fechada, exigindo maiores áreas para sua implantação, em que na maior parte do tempo

permanecem seca, e durante as chuvas acumulam a água escoada, liberando de forma lenta. E pelo fato de ficarem seca por grandes períodos, tem a vantagem de poder ser utilizada com outras funções, como áreas verdes e de lazer.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de bacias de detenção (FIG. 36, 37 e 38).

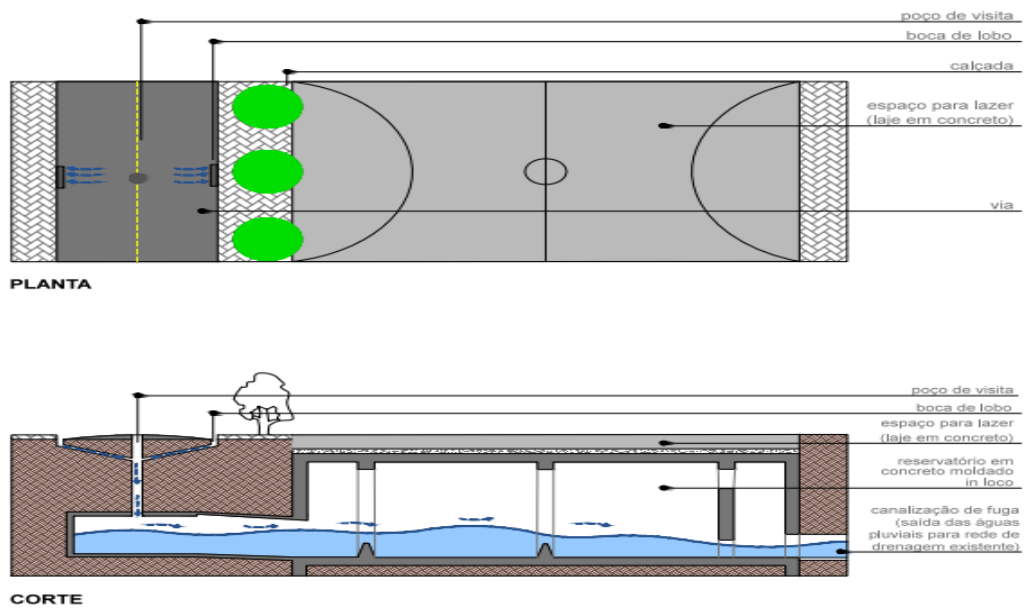
Figura 36: Bacia de detenção aberta



Fonte: Soluções para cidades, 2013.



Figura 37: Bacia de detenção fechada



Fonte: Soluções para cidades, 2013.

Figura 38: Reservatório de detenção fechado, construído em Porto Alegre - RS



Fonte: Soluções para cidades, 2013.

As ações que reduzem os danos causados pela impermeabilização dos solos, são consideradas como estruturais ou não estruturais. As estruturais

são obras emergenciais, que ocorrem em prazos mais curtos e normalmente tem custos mais elevados, sendo as bacias de retenção um exemplo de medida estrutural. Já as não estruturais, buscam a participação popular e apresentam menor custo. São medidas preventivas, como: proteção individual, zoneamento das áreas de risco, alertas de inundação, entre outras (TUCCI, 1995).

Com isso, é importante que sejam criadas medidas legais (não estruturais) que visem o aumento de áreas permeáveis no município, essa medida se deve ao fato da cidade não possuir legislação específica para a existência de áreas verdes ou permeáveis, sendo de extrema importância para o controle do volume de água que escoar pelo sistema de microdrenagem e infiltração. A organização das áreas segue as três categorias exibidas abaixo:

- Área Permeável - AP: é a área com solo natural reservada à absorção de água, preferencialmente coberta por vegetação, podendo, no caso de lote, ser coberta, eventualmente, por areia ou pedrisco;
- Área Semipermeável - ASP: corresponde aos pisos vazados em que a área de infiltração direta de águas pluviais no solo natural represente no mínimo 20% (vinte por cento) da superfície do piso;
- Área Verde - AV: o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica e paisagística, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização.

A população deve exercer um papel fundamental no controle de inundações, podendo atuar na manutenção de áreas públicas verdes, como canteiros, praças, e demais áreas que favorecem a infiltração da água. Além de aderir ao uso de gramados ao invés de calçadas, instalação de telhados que retenha a água das chuvas e outras ações que devem ocorrer através de incentivos por parte da Gestão Municipal.

Algumas vantagens de fazer o controle na fonte são a retenção de material sólido eliminado dos sistemas de drenagem e a distribuição do custo de manutenção entre os usuários. Destaca-se também que estas ações diminuem de modo considerável os picos de vazão nas microbacias urbanas, além de permitir o reúso das águas pluviais para várias atividades, como limpeza, irrigação de jardins, águas negras, entre outros.

#### 4.5.4.4 Diretrizes para o Tratamento de Fundos de Vale

Fundos de vale é o ponto que apresenta cota altimetria menor, podendo ter relevo acidentado, sendo normalmente o local por onde as águas das chuvas e de todo seu entorno passam.

Os fundos de vale são Áreas de Preservação Permanente – APP de acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, tendo como finalidade conservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade, os solos e o bem-estar das populações futuras, sendo permitida sua supressão somente em casos específicos conforme autorização do órgão competente.

Durante a ocupação urbana, muitas vezes essas áreas são canalizadas, deste modo, ao longo dos períodos de chuvas excessivas, essas canalizações não suportam a vazão de escoamento, gerando alagamentos e enchentes. Além do que, a remoção da vegetação dos fundos de vale favorece a geração de processos erosivos e o assoreamento nos corpos hídricos.

Normalmente, são usadas duas possibilidades básicas para melhorias nos fundos de vale, que são o isolamento da área com ações de reflorestamento ou a inserção de parques lineares.

Em seguida, são enumeradas as diretrizes gerais que objetivam a mitigação dessas áreas:

- Reflorestamento: Sugerido na maior parte das margens dos cursos d'água, como forma de recuperar a mata ciliar e conter os processos erosivos. A vegetação favorece a infiltração das águas da chuva e protege da erosão relacionada ao escoamento concentrado e do efeito splash. A metodologia de reflorestamento deve ser analisada de acordo com a área, considerando a condição do solo, o nível de desmatamento, vegetação nativa, entre outras. Deve-se isolar a área, evitando a entrada de fontes de degradação.
- Parques Lineares: Os fundos de vale têm a maioria de suas áreas em APP, apresentando grande relevância ambiental, devido a isso, é preciso determinar o uso dessas áreas. Porém, já existem parques lineares urbanos ao longo de corpos hídricos, que propiciam atividades recreativas;
- Limpeza e Manutenção: Outro fator a ser considerado é a limpeza urbana. Quando se tem à disposição e gerenciamento inadequado dos resíduos urbanos, durante chuvas intensas, os fundos de vale recebem diversos

resíduos e sedimentos, oriundos do escoamento superficial e das tubulações da rede drenagem. Além disso, essas áreas de fundo de vale são normalmente locais onde há a despejo indevido de resíduos urbanos. A manutenção dos fundos de vale, é de grande importância para preservar esses locais, principalmente após as chuvas, buscando conservar as particularidades naturais do escoamento das águas, além de evitar que ocorra mau cheiro, proliferação de vetores e alagamentos.

#### *4.5.4.5 Análise da necessidade de complementação do sistema com estruturas de drenagem pluvial*

O cenário de deficiência na estruturação do sistema de drenagem no município implica a necessidade de observação e adoção de medidas de controle em áreas críticas. A área urbana do município é dotada de poucos componentes de drenagem, estando presentes como medidas paliativas para a ocorrência de concentração de vazões de escoamento pluvial, como o que ocorre em determinados pontos do bairro Mangueiras. O cenário torna-se mais impactante ao considerar-se as áreas urbanas distantes, onde há inexistência de urbanização básica. A consolidação destas áreas, com o aumento da impermeabilização do solo, tende a agravar o contexto do manejo das águas pluviais. As FIG. 39 e TAB. 63 apresentam as áreas de análise da estruturação e suas respectivas informações de contextualização.



Figura 39 – Áreas de análise dos componentes e estruturas da drenagem pluvial, em Caetanópolis-MG

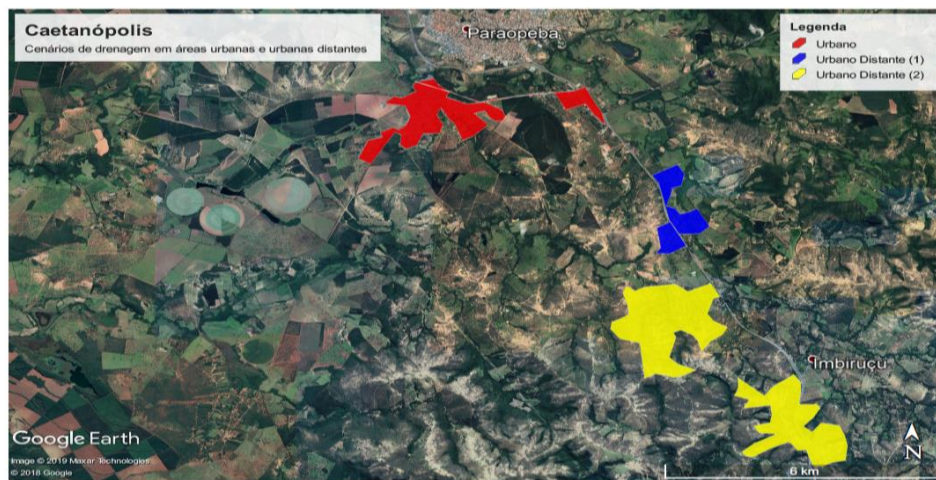


Tabela 63 – Cenários de estruturação do sistema de microdrenagem

Região	Aspecto	Contexto atual	Contexto potencial	Estrutura atual	Cenário
<b>Urbana</b>	Bairros urbanos do município	Elevado nível de impermeabilização dos imóveis e vias públicas.	Ligeira elevação no nível de impermeabilização dos imóveis e vias públicas.	Deficiente. Presente em poucas vias, com concentração nos bairros Mangueiras, Acácias e Nossa Senhora das Graças.	Implantação de microdrenagem superficial nas vias urbanas do município e subsuperficial em pontos de acúmulo de vazão.
<b>Urbana Distante</b>	Áreas com densidade de população de baixa a moderada, próximas à BR-040	Moderado nível de impermeabilização dos imóveis e vias públicas.	Aumento da área impermeabilizada, com a consolidação da área.	Inexistente	Implantação de rede de microdrenagem nas vias públicas.
	(Áreas com densidade de população baixa	Baixo nível de impermeabilização dos imóveis. Vias públicas sem pavimento.	Elevação da impermeabilização da área, para nível de moderado a alto.	Inexistente	Implantação de rede de microdrenagem nas vias públicas.

A questão da macrodrenagem é afetada com maior proporção pelas modificações no uso e ocupação do solo. A expansão da área urbana e consolidação de áreas impermeabilizadas tende a elevar a vazão de escoamento pluvial que segue seu percurso até a rede fluvial, aumentando a superfície de inundação e a demanda sobre o sistema de macrodrenagem.

A TAB 64 mostra os principais componentes da macrodrenagem no município, e estratégias de manejo, em face à elevação da demanda sobre o sistema.

Tabela 64 – Cenários de manejo do sistema de macrodrenagem

<b>Elemento de macrodrenagem</b>	<b>Áreas de influência</b>	<b>Manejo da drenagem</b>
<b>Córrego das Traíras</b>	Acácias	Interrupção do lançamento de esgoto. Direcionamento do sistema de microdrenagem. Preservação da vegetação ciliar em áreas não consolidadas.
	São Dimas	
	N.S. das Graças	
	Santo Antônio	
	Centro	
	Clara Nunes	
	Mangueiras	
<b>Ribeirão do Cedro</b>	Centro	
	Santo Antônio	
	Boa Vista	
	Itamaracá	
	Itapoã	
<b>Córrego Cedro Velho</b>	Mangueiras	
	Cedrolândia	
	Clara Nunes	
<b>Córrego das Pindaíbas</b>	Imperial	Direcionamento do sistema de microdrenagem. Preservação da mata ciliar.
<b>Córrego São Bento</b>	Boa Vista	
	Buritis/Estrela D'alva	

A impermeabilização de parte do Córrego das Traíras auxilia o escoamento da água pluvial no trecho urbano do corpo hídrico, porém eleva a pressão sobre o escoamento do Ribeirão do Cedro. Cenários como este demonstram a necessidade da preservação do leito e margens dos corpos d'água que representam canais de escoamento pluvial.

Outro fator de necessário destaque é o controle da impermeabilização dos imóveis, por meio de legislação de uso e ocupação do solo. A retenção de água pluvial nos imóveis significa menores volumes direcionados às vias públicas. No mesmo contexto, o controle de ocupação das áreas marginais ao sistema hidrográfico previne problemas de alagamentos decorrentes ao aumento das superfícies de inundação.

#### *4.5.4.6 Previsão de eventos de emergência e contingência*

Quando o sistema de drenagem funciona de forma ineficiente, é comum que ocorram diversos problemas, como: erosão, assoreamento, alagamentos etc. Com isso, é necessário adotar medidas de emergência e contingência relacionadas a drenagem urbana e manejo das águas pluviais, com o objetivo de garantir a continuação e/ou acelerar a regularidade dos serviços, como relacionadas na TAB 65.

Tabela 65 -Ações Emergenciais do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
<b>Alagamentos localizados</b>	Boca de lobo assoreada e/ou entupida; Subdimensionamento da rede existente; Déficit nas declividades das vias públicas e sarjetas; Predomínio de manutenções corretivas sobre as preventivas; Descarte de resíduos sólidos no sistema de microdrenagem.	Informar à Defesa Civil e ao Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas atingidas.
		Informar o alagamento à secretaria responsável pela limpeza das áreas atingidas, para desobstrução das redes.
		Informar à população sobre o fechamento de ruas alagadas.
		Desenvolver estudos e análise do sistema de drenagem existente para detectar e solucionar os problemas na rede de drenagem urbana (entupimento, ligações clandestinas de esgoto, etc.)
		Sensibilizar a população por meio de ações de educação, impedindo o descarte de resíduos em vias públicas.
		Desenvolver a reestruturação/reforma/adaptação ou construção de emissários e dissipadores apropriados nos pontos finais dos sistemas de drenagem urbana.
<b>Contaminação dos cursos d'água</b>	Interligação de esgoto nas galerias de microdrenagem; resíduos descartados em vias públicas; Ruptura da tubulação de esgoto; Acidente ambiental com lançamento de contaminantes na rede pluvial; Descarte de agrotóxicos ou outros poluentes de produção rural.	Comunicar ao Corpo de Bombeiros e outro órgão competentes para identificar os danos e riscos à população;
		Limpar bocas de lobo;
		Adotar medidas imediatas para conter a contaminação;
		Sensibilizar a população por meio de ações de educação, impedindo o descarte de resíduos em vias públicas.
<b>Processos erosivos</b>	Rede de drenagem urbana ineficiente ou inexistente; Ausência de APP e áreas verdes.	Desenvolver e implementar projetos de drenagem urbana, começando pelas áreas e bairros mais atingidos por processos erosivos.
		Restabelecer APP dos cursos hídricos, priorizando os que recebem águas do sistema de drenagem urbana.
		Aumentar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP.
		Executar obras emergenciais de contenção de taludes.
<b>Entupimentos e odor</b>	Interligação irregular de esgoto na rede pluvial; Lançamento de resíduos nas bocas de lobo; Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.	Informar ao setor responsável da Prefeitura sobre a possibilidade de existir ligações irregulares de esgoto na rede de drenagem urbana.
		Sensibilizar a população por meio de ações de educação, impedindo o descarte de resíduos em vias públicas e sistemas de drenagem.
		Aumentar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo e redes de drenagem urbana

## **4 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

### **4.1 Programa de Manejo de Escoamento Pluvial dos Bairros Mangueiras e Nossa Senhora Das Graças**

O sistema de escoamento pluvial é composto por estruturas e instalações nas vias urbanas destinadas ao transporte das águas das chuvas, tais como: sarjetas, bocas de lobo, galerias, dentre outras. Além disso, esse sistema canaliza a água de modo a reaproveitar e redirecionar o fluxo para disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, principalmente nas localidades em que possam ocorrer enxurradas e inundações.

Em Caetanópolis, precisamente nos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças existem poucas estruturas de microdrenagem e por estarem locados próximos ao Córrego das Traíras (macrodrenagem), necessitam de mais estruturas para evitar alagamentos. O Bairro Mangueiras tem o maior percentual de pontos de alagamento do município.

Para sanar os problemas com drenagem nesses bairros é necessário fazer intervenções no sistema de microdrenagem para transporte da água pluvial ao Córrego das Traíras. Essa melhoria na microdrenagem contempla ampliar e instalar galerias pluviais juntamente com sarjetas e bocas de lobo nas vias mais críticas, já nas vias com uma incidência de menor alagamento seriam construídas apenas sarjetas para conduzir a água até os bueiros mais próximos, levando sempre em consideração a declividade da via. Vias com declividade acentuada devem conter dissipadores de energia e bueiros para assim evitar aumento na vazão. Os sistemas de galerias devem ser interligados, mapeados e identificados para facilitar manutenções e limpezas na rede. O cronograma de limpeza das bocas de lobo existentes nos bairros deve ser intensificado para evitar entupimentos e alagamentos mais contundentes. A TAB. 66 apresenta ações de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças. Na TAB 66.1 apresenta os respectivos planos de ações.

Tabela 66 - Ações voltadas ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.

<b>D1 - Programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D1.1</b>	Identificar os pontos Críticos dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.	Imediato
<b>D1.2</b>	Realizar estudos de investigação da drenagem nas vias dos bairros.	Curto
<b>D1.3</b>	Estruturar vias em que haja necessidade de instalar galerias, sarjetas e bocas de lobo.	Curto
<b>D1.4</b>	Intensificar limpeza e desobstrução das bocas de lobo existentes nos bairros.	Imediato
<b>D1.5</b>	Em vias com declive acentuado verificar a necessidade de dissipadores de energia.	Curto
<b>D1.6</b>	Mapear e identificar os sistemas de microdrenagem dos bairros.	Imediato

Tabela 66.1 – Plano de ações voltadas ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D1.1</b>	Profissionais para a coleta e cadastro de informações.	Desenvolvedor de Sistema de informação=R\$3.183,09		
<b>D1.2</b>	Profissional capacitado para realizar estudos e o manuseio de dos softwares georreferenciados.	Licença de Google earth, Qgis sem custos Licença do arcMap 1 ano R\$12.000,00 Técnico em projetos e obras R\$3.183,09 TOTAL R\$15.183,09		
<b>D1.3</b>	Três funcionários para estruturar as vias, equipamentos e materiais	Operador de máquinas R\$1.486,72		
<b>D1.4</b>	Dois funcionários e um caminhão com sucção para limpeza de bueiros e galerias	Caminhão com sucção R\$320.000,00 Operador de máquinas custo estimado no item D1.3		
<b>D1.5</b>	Dois funcionários e um caminhão com sucção para limpeza de bueiros e galerias	Auxiliar de Obras e serviços R\$1.175,70		
<b>D1.6</b>	Profissional técnico em softwares de geoprocessamento e manuseio deles.	Licença dos softwares valor já solicitado.		



## **4.2 Programa de Manejo de Escoamento Pluvial dos Bairros Acácias e São Dimas**

Os bairros Acácias e São Dimas estão próximos ao Córrego das Traíras e são pouco estruturados com relação à microdrenagem. O Bairro Acácias tem o segundo maior percentual de pontos de alagamentos no Município de Caetanópolis. É necessário fazer intervenções no sistema de microdrenagem, uma vez que por estarem na encosta do principal sistema de macrodrenagem do município tendem a receber águas pluviais de outros bairros nas suas galerias pluviais. Como não existe um mapeamento do sistema de galerias subterrâneas do município, é viável mapear o sistema de galerias pluviais desses bairros e viabilizar a ampliação, instalação ou manutenção das mesmas. Em pontos críticos, onde a incidência de alagamento é maior, intensificar a limpeza das bocas de lobo existentes, além de instalar novas bocas de lobo e sarjetas (caso necessário), sempre levando em consideração a declividade da via e a localização do córrego (que receberá essas águas). Caetanópolis não possui muitos problemas de drenagem, porém os poucos que têm precisam ser analisados e viabilizados melhorias para o bem da população, sem contar com uma melhor gestão na organização dos mapeamentos e identificação dos sistemas de drenagem que o município possui. A TAB. 66 informa ações de manejo de escoamento pluvial dos bairros Acácias e São Dimas. Na TAB 66.1 apresenta os respectivos planos de ações.

Tabela 67- Ações voltadas ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Acácias e São Dimas.

<b>D2 - Programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Acácias e São Dimas</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D2.1</b>	Identificar os pontos Críticos dos bairros Mangueiras e Nossa Senhora das Graças.	Imediato
<b>D2.2</b>	Realizar estudos de investigação da drenagem nas vias dos bairros.	Curto
<b>D2.3</b>	Estruturar vias em que haja necessidade de instalar galerias, sarjetas e bocas de lobo.	Curto
<b>D2.4</b>	Intensificar limpeza e desobstrução das bocas de lobo existentes nos bairros.	Imediato
<b>D2.5</b>	Em vias com declive acentuado verificar a necessidade de dissipadores de energia.	Curto
<b>D2.6</b>	Mapear e identificar os sistemas de microdrenagem dos bairros.	Imediato

Tabela 67.1 - Ações voltadas ao programa de manejo de escoamento pluvial dos bairros Acácias e São Dimas.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D2.1</b>	Profissionais para a coleta e cadastro de informações.	Desenvolvedor de Sistema de informação=R\$3.183,09		
<b>D2.2</b>	Profissional capacitado para realizar estudos e o manuseio de dos softwares georreferenciados.	Licença de Google earth, Qgis sem custos Licença do arcMap 1 ano R\$12.000,00 Técnico em projetos e obras R\$3.183,09 TOTAL R\$15.183,09		
<b>D2.3</b>	Três funcionários para estruturar as vias, equipamentos e materiais	Operador de máquinas R\$1.486,72		
<b>D2.4</b>	Dois funcionários e um caminhão com sucção para limpeza de bueiros e galerias	Caminhão com sucção R\$320.000,00 Operador de máquinas custo estimado no item D 1.3		
<b>D2.5</b>	Dois funcionários e um caminhão com sucção para limpeza de bueiros e galerias	Auxiliar de Obras e serviços R\$1.175,70		
<b>D2.6</b>	Profissional técnico em softwares de geoprocessamento e manuseio deles.	Licença dos softwares valor já solicitado.		

### **4.3 Programa de Estruturação de Microdrenagem na Área Urbana**

Como em Caetanópolis existem alguns pontos de alagamentos, que são mais contundentes nos bairros Mangueiras, Acácias, Imperial e Cedrolândia, de acordo com relatos dos moradores, é necessário realizar um estudo quanto à efetividade do sistema de drenagem que hoje é utilizado no município, destacando pontos críticos. Além de mapear as bocas de lobo e entradas de galerias, visando facilitar a identificação durante a manutenção ou limpeza, por exemplo.

A prefeitura deve intensificar a limpeza das bocas de lobo em períodos de chuva e que os antecedem; realizar a limpeza periódica nas galerias de drenagem subterrâneas com um caminhão hidrajato, viabilizar mais bocas de lobo, galerias, sarjetas e dissipadores de energia (em vias íngremes) nos bairros Mangueiras, Acácias, Imperial e Cedrolândia. Nos demais bairros, após o estudo quanto à efetividade do sistema de drenagem, verificar a necessidade de melhoria no mesmo. A TAB. 68 traz ações de estruturação de microdrenagem na área urbana. A TAB 68.1 apresenta os planos de ação.

Tabela 68 - Ações voltadas ao programa de estruturação de microdrenagem na área urbana

<b>D3 - Programa de estruturação de microdrenagem na área urbana</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D3.1</b>	Estudo quanto à efetividade do sistema de drenagem que hoje é utilizado no município.	Imediato
<b>D3.2</b>	Mapeamento das bocas de lobo e entradas para as galerias.	Curto
<b>D3.3</b>	Intensificar a limpeza e desobstrução das bocas de lobo em períodos chuvosos e que os antecedem.	Curto
<b>D3.4</b>	Limpar as galerias de drenagem subterrânea com caminhão hidrajato nos pontos críticos do município.	Imediato
<b>D3.5</b>	Viabilizar mais bocas de lobo, galerias, sarjetas e dissipadores de energia nos bairros Mangueiras, Acácias, Imperial e Cedrolândia.	Curto
<b>D3.6</b>	Nos demais bairros verificar a necessidade de melhoria no sistema de drenagem, havendo a necessidade tomar as devidas providências.	Imediato

Tabela 68.1 – Planos de ações voltadas ao programa de estruturação de microdrenagem na área urbana

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D3.1</b>	–			
<b>D3.2</b>	Equipe organizada de planejamento e controle da manutenção	Custo estimado no item A1.3		
<b>D3.3</b>	Profissionais e um caminhão com sucção para limpeza de bueiros e galerias	Caminhão: R\$175.000,00 Profissional: R\$1.118,16		
<b>D3.4</b>	Profissionais e um caminhão hidrajato para limpeza	Custo estimado no item D3.3		
<b>D3.5</b>	Profissionais e equipamentos	Profissional: R\$1.118,16		
<b>D3.6</b>	Reuniões para verificar os procedimentos a serem realizados.	Sem custo		

#### 4.4 Programa de Estruturação da Microdrenagem nas Áreas Urbanas Distantes

Bairros como Boa Vista, Itamaracá, Itapuã e Buritis fazem parte da zona urbana distante do município de Caetanópolis. Essa região não possui sistema de drenagem pluvial, razão pela qual 30% das vias são afetadas pelas águas das chuvas.

Visando atender o pedido da população e dar mais dignidade as famílias que moram nesses bairros, é necessário estruturar a microdrenagem. galerias pluviais, sarjetas e bocas de lobo devem ser instaladas nos pontos mais críticos dos bairros, levando em consideração a declividade e localização da macrodrenagem. Em vias com declividade acentuada, devem verificar a viabilidade de instalar dissipadores de energia, para evitar que água percorra com muita intensidade.

A falta de pavimentação nas ruas facilita a absorção da água na terra, porém dificulta o trânsito no local, além de que, em vias com uma declividade maior, a enxurrada intensifica a aparição de erosões, como na Rua Principal no bairro Boa Vista. Por isso é necessário que juntamente com a estruturação da microdrenagem nesses bairros, a prefeitura faça intervenções em outros segmentos como pavimentação, no qual podem analisar a utilização do pavimento de asfalto poroso, pavimento de concreto poroso e o pavimento de blocos de concreto vazados preenchidos com material granular, como areia ou vegetação rasteira, por exemplo. A TAB 80. informa ações de estruturação de microdrenagem nas áreas urbanas distantes do município. A TAB 80.1 apresenta os planos de ação.

Tabela 69 - Ações voltadas ao programa de estruturação da microdrenagem nas áreas urbanas distantes.

<b>D4 - Programa de estruturação da microdrenagem nas áreas urbanas distantes</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>AG1; AG2; AG3</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D4.1</b>	Destacar pontos críticos nos bairros.	Imediato
<b>D4.2</b>	Estruturar vias em que haja necessidade de instalar galerias, sarjetas e bocas de lobo.	Curto

Tabela 69.1 - Planos de ações voltadas ao programa de estruturação da microdrenagem nas áreas urbanas distantes.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D4.1</b>	Criação de uma equipe organizada de planejamento e controle da manutenção	Custo estimado no item D1.1		
<b>D4.2</b>	Profissionais para estruturar as vias, equipamentos	Profissional: R\$1.118,16		

#### 4.5 Programa de Manejo do Sistema de Macrodrenagem e Áreas de Influência

A estruturação de um sistema de macrodrenagem é de grande relevância, pois este sistema promove meios para a retirada do excesso de água do solo, e define a disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, evitando-se desta forma problemas como enxurradas, enchentes e inundações que propiciam doenças por vetores.

Em Caetanópolis o córrego das Traíras é um elemento de importância na macrodrenagem, esse é um córrego canalizado, o qual recebe águas provenientes de bairros como, Centro, Nossa Senhora das Graças e Mangueiras. O córrego Pindaibas recebe contribuições do bairro Imperial, e o córrego Cedro velho juntamente com o Ribeirão do Cedro recebem contribuições de bairros como Clara Nunes e Cedrolândia.

Os centros urbanos vêm enfrentando problemas para o manejo de águas pluviais, pois o crescimento desordenado dos mesmos, a grande impermeabilização do solo, canalização de corpos hídricos, alteraram o comportamento dos espaços naturais destinados a receber determinada carga hídrica, algumas medidas tomadas resolvem o problema somente de maneira local, mas não de forma geral como realmente necessário.

Portanto, é necessário que se faça um estudo aprofundado de forma integrada dos problemas das sub bacias dessa região de Caetanópolis, trabalhando a microdrenagem para um direcionamento aos canais de macrodrenagem, podendo



assim prever as medidas necessárias para um maior controle ao longo tempo, delineando quais são as áreas de influência para cada corpo hídrico, também considerando os aspectos hidrológicos como tempo de recorrência, e quais medidas são cabíveis quando tais canais não forem suficientes para receber tal demanda.

Medidas como o estudo citado anteriormente, o acompanhamento dos corpos hídricos existentes no sentido se estão assoreados, se comportam toda a vazão de água pluvial a receber, criação de novas soluções como canais artificiais, e reservatórios para serem destinação final em locais que se torna inviável sua condução até um canal natural. Deste modo, as ações que devem ser implantadas para o sistema de macrodrenagem estão apresentadas na TAB. 70. E respectivos planos de ações na TAB 70.1.

Tabela 70 - Ações voltadas ao programa de manejo do sistema de macrodrenagem e área de influência.

<b>D5 - Programa de manejo do sistema de macrodrenagem e área de influência</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>DR02; DR04</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D5.1</b>	Estudo da organização existente da macrodrenagem e suas maiores deficiências.	Imediato/Curto
<b>D5.2</b>	Adequação e/ou readequação de canais naturais.	Médio/Longo
<b>D5.3</b>	Implantação de Canais Artificiais, e reservatórios.	Médio/longo
<b>D5.4</b>	Criação de cronogramas de obras a serem realizadas no sistema de macrodrenagem	Médio
<b>D5.5</b>	Aplicação de programa de conscientização a população sobre a importância de manter a permeabilidade de suas propriedades.	Imediato/Curto/Médio

Tabela 70.1 – Planos de ações voltadas ao programa de manejo do sistema de macrodrenagem e área de influência.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D5.1</b>	Profissional da área, para coordenar o estudo.	Custo estimado no item D1.2		
<b>D5.2</b>	Profissional capacitado para o tipo de ação		Técnico em meio ambiente R\$3.13,09 e/ou Eng. Ambiental R\$ 7.964,50	
<b>D5.3</b>	Profissional capacitado para o tipo de ação (D5.2)		Custo estimado no item D5.2	
<b>D5.4</b>	Funcionário apto, para criação de cronograma.		Custo estimado no item D1.1	
<b>D5.5</b>	Palestras e divulgação em meios de comunicação públicos.	Sem custos		

#### 4.6 Programa de Organização Institucional e Proposição de Regulação do Uso e Ocupação do Solo

A Lei de uso e ocupação do solo proporciona o planejamento urbano, controlando assim os espaços que podem ou não serem utilizados e qual finalidade terão, ela contribui para um crescimento ordenado, define a taxa de ocupação do solo, coeficiente de aproveitamento, e a taxa de permeabilidade de cada região do município. Através dela é possível uma melhor identificação e qualificação das áreas de preservação, dentre outros benefícios, garantindo o crescimento equilibrado e sustentável da cidade, levando em conta características próprias do local como infraestrutura, cultura local, características paisagística e ambiental.

Essa lei é de grande relevância para o planejamento de drenagem pluvial de um município, pois um dos fatores a serem considerados no planejamento do manejo e drenagem urbana é a capacidade de permeabilidade do solo e o escoamento hídrico necessário. Desta forma, é imprescindível em Caetanópolis, a organização de setores responsáveis para o gerenciamento de um projeto de lei e ocupação do solo do município. Sendo necessário a realização de mapeamento e estudo das áreas, zoneamento de todo o município, definindo uso e finalidade da área e características dos terrenos e edificações como a taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e permeabilidade do solo. Assim, as ações de organização institucional e regulação do uso e ocupação do solo estão apresentadas na TAB.80. Na TAB.80.1 apresenta os planos de ação.

Tabela 80 - Ações voltadas ao programa de organização institucional e proposição de regulação do uso e ocupação do solo.

<b>D6 - Programa de organização institucional e proposição de regulação do uso e ocupação do solo.</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>DR05</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>D6.1</b>	Formação de corpo técnico para criação da Lei de uso e ocupação do solo (LUOS) de Caetanópolis.	Imediato/Curto
<b>D6.2</b>	Mapeamento das áreas de preservação do município, tais como nascentes e áreas de APP.	Curto/Médio
<b>D6.3</b>	Criação de escopo da LUOS indicando Zoneamento do município	Médio
<b>D6.4</b>	Apresentação e votação da LUOS.	Médio

Tabela 80.1 – Planos de ações voltadas ao programa de organização institucional e proposição de regulação do uso e ocupação do solo.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>D6.1</b>	Profissionais integrantes do corpo técnico	Arquiteto R\$4730,40; Geógrafo R\$2968,00; Técnicos em geoprocessamento R\$2500,00/profissional		
<b>D6.2</b>	Profissionais da área e software de geoprocessamento		Custo estimado nos itens D6.1e D1.2	
<b>D6.3</b>	Sem parâmetro		Sem custo	
<b>D6.4</b>	Sem parâmetro		Sem custo	

#### **4.7 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Para análise do avanço dos serviços relacionados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais. Estes possibilitam identificar a porcentagem do que é atendido hoje e no futuro do eixo mencionado do saneamento básico e dificuldades provenientes da ausência e da desconformidade do sistema de drenagem pluvial.

Os indicadores possibilitam uma análise da eficiência daquilo que foi proposto, em relação às chances de ocorrerem alagamentos e outros incômodos presentes no município, além do acompanhamento dos resultados que serão obtidos no desenvolvimento dos serviços prestados.

Tabela 81- Indicadores de desempenho referentes ao eixo de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

<b>NOME DO INDICADOR</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PERIODICIDADE DO CÁLCULO</b>	<b>FÓRMULA DO CÁLCULO</b>	<b>LISTA DE VARIÁVEIS</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>LIMITES PARA AVALIAÇÃO</b>	<b>RESPONSÁVEL PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO</b>
<b>Índice de população urbana atendida pelo sistema de drenagem.</b>	Calcular a porcentagem de população urbana do município de Caetanópolis atendida pelo sistema de drenagem.	ANUAL	$[PUA / PUM] * 100$	PUA: População Urbana Atendida com Sistema de Drenagem Urbana. PUM: População Urbana do Município	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal de Caetanópolis
<b>Índice de população urbana distante atendida pelo sistema de drenagem</b>	Calcular a porcentagem de população urbana distante do município de Caetanópolis atendida pelo sistema de drenagem	ANUAL	$[PUD / PD] * 100$	PUD: População Urbana Distante Atendida com Sistema de Drenagem Urbana. PD: População Urbana Distante do Município	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal de Caetanópolis
<b>Índice de vias do município com galeria de águas pluviais</b>	Calcular o índice de vias municipais que apresentam galeria para drenagem de águas pluviais.	ANUAL	$[EGP / ETS] * 100$	EGP: Extensão das Galerias Pluviais ETS: Extensão Total do Sistema Viário do Município.	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal de Caetanópolis
<b>Índice de ocorrência de alagamentos</b>	Identificar o número de ocorrência de alagamentos por m <sup>2</sup> de área urbana e urbana	ANUAL	$[NTA / AUDM]$	NTA: Número total de Ocorrência de Alagamento no Ano AUDM: Área Urbana e Urbana Distante do Município	Pontos de alagamento/ km <sup>2</sup>	Ruim: > 1 ponto Razoável: = 1 ponto de alagamento/ano Ideal: 0 pontos	Prefeitura Municipal de Caetanópolis

Continua...

	distante do município.						
<b>Índice de vias sujeitas a alagamento</b>	Identificar o índice de vias urbanas sujeitas a alagamento no sistema viário urbano	ANUAL	$[EVA / ETS] * 100$	EVA: Extensão de Vias Urbanas passíveis de Alagamento ETS: Extensão Total do Sistema Viário Urbano	Porcentagem (%)	Ruim: > 15% Razoável: de 0% a 15% Ideal: 0%	Prefeitura Municipal de Caetanópolis
<b>Índice para estruturação dos sistemas de drenagem</b>	Identificar o índice de estruturação do sistema de drenagem no município de Caetanópolis	ANUAL	$[ER/DTE]*100$	ER: Estruturação Realizada no município DTE: Demanda Total de Estruturação do município	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 90% Bom: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal de Caetanópolis

## 5. Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

O Brasil apresenta grandes dificuldades em relação ao saneamento básico, principalmente quanto à disposição final dos resíduos sólidos, que influencia na drenagem pluvial, na captação e tratamento de água, descrevendo assim, a realidade dos Estados e Municípios.

Quando se tem um sistema de precariedade, gera impactos negativos nos aspectos ambientais, sociais, culturais e econômicos. Sendo assim, os resíduos sólidos devem ser vistos como uma ferramenta para o desenvolvimento político, econômico e ambiental.

De acordo com a Lei 11.445/07 compreende-se por Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos o conjunto de atividades, infraestrutura, instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbanas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), segundo a norma 10.004, conceitua os resíduos sólidos como materiais nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. São também todo e qualquer material descartado e indesejável, resultante da ciclagem de materiais pelos sistemas produtivos humanos.

Os resíduos sólidos podem ser classificados a partir de três critérios: por sua natureza física (seco ou molhado), por sua composição química (matéria orgânica ou inorgânica) e pelos riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, inertes e não-inertes). (D'ALMEIDA; VILHENA, 1998)

O sistema de limpeza urbana da cidade deve ser institucionalizado segundo um modelo de gestão que, tanto quanto possível, seja capaz de:

- Promover a sustentabilidade econômica das operações;
- Preservar o meio ambiente;
- Preservar a qualidade de vida da população;
- Contribuir para a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão.

Em todos os segmentos operacionais do sistema deverão ser escolhidas alternativas que atendam simultaneamente a duas condições fundamentais: sejam



as mais econômicas e sejam tecnicamente corretas para o ambiente e para a saúde da população.

Resíduos domésticos são os resíduos gerados nas atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais. (IBAM, 2001)

Resíduos comerciais são os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida. (IBAM, 2001)

Resíduos públicos são os resíduos presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza, tais como folhas, galhadas, poeira, terra, areia, e aqueles descartados irregular e indevidamente pela população, como entulho, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens e alimentos. (IBAM, 2001)

Resíduos domiciliares especiais inclui os entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus. (IBAM, 2001)

Resíduos de fontes especiais são resíduos que, em função de suas características peculiares, passam a merecer cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte ou disposição final. Dentro da classe de resíduos de fontes especiais, estão: Resíduos industriais, radioativos, agrícola, e de serviços de saúde. (IBAM, 2001)

Deste modo, são apresentados no Diagnóstico desse PMSB (plano Municipal de Saneamento Básico) as características do município de Caetanópolis sobre os resíduos sólidos urbanos (RSU), que abrange os resíduos sólidos domésticos (RSD) e os resíduos oriundos da limpeza de áreas urbanas (RPU), os resíduos de serviços de saúde (RSS), resíduos de construção civil (RCC) e resíduos especiais.

A Prefeitura Municipal de Caetanópolis que é responsável pela preparação, gestão e realização de atividades e programas relacionados a limpeza urbana de Caetanópolis, através das Secretaria Municipal de Obras e Transporte. Não existindo nenhum setor na Prefeitura Municipal de Caetanópolis que faça a fiscalização do trabalho de coleta e descarte dos resíduos sólidos urbanos.

No município não existe um setor administrativo específico no serviço de limpeza urbana, ou seja, aquela que cuida de tarefas burocráticas, de controle, financeira etc. pertinentes a coleta, sendo a mesma que cuida de toda Prefeitura. Não existe um profissional tecnicamente treinado para execução de qualquer tarefa relacionada a coleta/descarte dos resíduos sólidos urbanos. E no operacional tem 1

(um) secretário, 1 (um) supervisor, 1 (um) motorista do caminhão compactador e 2 (dois) coletores.

Ocasionalmente estarão ao dispor operacionalmente mais 1 (um) motorista de caminhão carroceria e 1 (um) operador de pá mecânica ou compactador no momento de agrupar e promover a cobertura dos resíduos coletados e descartados no lixão.

### **5.1 Geração e caracterização dos resíduos sólidos**

Conforme o Censo 2010, o município de Caetanópolis apresentava uma população total de 10.218 habitantes, sendo 8.389 habitantes da área urbana e 1.829 da área rural. Com população estimada de 2018 em 11.495 habitantes (IBGE, 2017).

Foi desenvolvida a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares, FIG. 40, FIG. 41, FIG. 42 e FIG. 43, através do método de quarteamento disponibilizado pelo Manual do IBAM (2001), como descrita na tabela representada pela TAB. 82, realizada em maio de 2019, onde foram coletados resíduos em pontos estratégicos do município, abrangendo os bairros Centro, São Dimas, Santo Antônio, Mangueiras e Nossa Senhora das Graças. A geração de resíduos per capita estimada para o município é de 0,5 Kg/hab./dia (IBAM, 2001).

Figura 40 – Amostra inicial de resíduos sólidos



Figura 41– Método de quarteamento para redução da amostra



Figura 42 – Triagem de resíduos da amostra final





Figura 43 – Pesagem dos resíduos



Tabela 82– Resultado percentual da composição gravimétrica de RSU

<b>Composição física dos resíduos sólidos</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Papel</b>	1,57	20
<b>Plástico</b>	1,49	19
<b>Orgânico</b>	1,7	22
<b>Metal</b>	0,13	1,6
<b>Embalagem Tetra Pak</b>	0,385	4,9
<b>Tecido</b>	0,275	3,5
<b>Borracha</b>	0,84	10,7
<b>Vidro</b>	0,205	2,6
<b>Rejeito</b>	1,245	15,8
<b>Isopor</b>	Não significativo	-
<b>Total</b>	<b>7,84</b>	<b>100</b>

## 5.2 Acondicionamento, coleta, transporte, destinação e disposição final dos resíduos sólidos

A grande maioria dos munícipes utilizam sacolas e/ou sacos de lixo para acondicionar os resíduos. A coleta geralmente ocorre 2 ou 3 vezes na semana (depende da região) e grande maioria na parte da manhã. A coleta tem um índice de cobertura de cerca de 95% do município, cuja área de abrangência é a área urbana e urbana distante. A frota do município é constituída de 1 caminhão compactador e 2 caminhões caçambas, que atendem à demanda atual, cujo modelo é Iveco Eurocargo, ano 2011/2011 em situação regular de conservação, FIG. 44.

Figura 44 – Caminhão compactador



O município não realiza o tratamento dos resíduos que são coletados, sendo a destinação final um aterro controlado, FIG. 45, onde os resíduos que chegam são cobertos por uma camada de solo. A posição da sede do lixão está determinada pelas coordenadas geográficas de 19°18'39,8" S e 44°23'58,1" W, localizado no Bairro Acácias e tem área aproximadamente 30mil m<sup>2</sup>.

Figura 45 – Disposição dos resíduos no aterro controlado



### 5.3 Coleta domiciliar

Coleta domiciliar é o recolhimento dos resíduos acondicionados por quem o gera para destiná-lo, por meio de transporte apropriado, a uma provável estação de transferência e tratamento, seguida pela disposição final. Com o objetivo de evitar os problemas de saúde e ambientais, causados pela disposição incorreta desses resíduos.

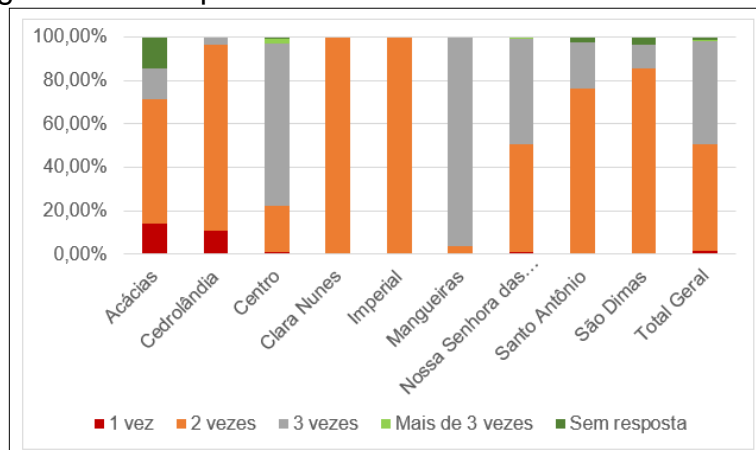
Atualmente a área de coleta do município de Caetanópolis é abrangida por 3 (três) rotas, sendo uma realizada nas segundas, quartas e sextas-feiras, a outra rota nas terças e quintas, e a terceira rota somente as quartas. Composta por uma guarnição de 1 (um) motorista, e 2 (dois) coletores.

#### 5.3.1 Coleta domiciliar na área urbana

A coleta de resíduos sólidos domiciliares nas áreas urbanas, que incluem os bairros Nossa Senhora das Graças, Centro, Cedrolândia, Acácia, Santo Antônio, Imperial, Mangueiras, São Dimas, COHAB e Residencial Clara Nunes, ocorre de 3 (três) a 2 (duas) vezes por semana, FIG. 46, feita de forma prioritária por caminhões coletores compactadores.

No núcleo urbano, pouco mais de 1% dos entrevistados relataram não haver coleta regular de resíduos. Nestes casos, foi relatado que a destinação dada aos resíduos é a queima ou deixar o resíduo na rua até que a prefeitura faça a coleta.

Figura 46 – Frequência da coleta domiciliar na área urbana



A maioria dos bairros tem o serviço de coleta domiciliar de forma efetiva, ou seja, apresenta uma cobertura de 100%. O bairro Acácia é o que apresenta menor índice de cobertura, como mostrado na TAB. 83.

Tabela 83– Cobertura do serviço de coleta domiciliar na área urbana

Bairro	Sim	Não
Acácia	85,71%	14,29%
Cedrolândia	100,00%	0,00%
Centro	100,00%	0,00%
Clara Nunes	100,00%	0,00%
Imperial	100,00%	0,00%
Mangueiras	100,00%	0,00%
Nossa Senhora das Graças	99,17%	0,83%
Santo Antônio	97,37%	2,63%
São Dimas	96,43%	3,57%
<b>Total Geral</b>	<b>98,94%</b>	<b>1,06%</b>

Na maioria dos bairros ocorre a separação dos resíduos pelos moradores de forma significativa, TAB. 84, com exceção do bairro Acácias e Imperial que realizam essa separação em número bem inferior, e o Clara Nunes que todos os entrevistados afirmaram que não realizam a separação de nenhum tipo de resíduo.

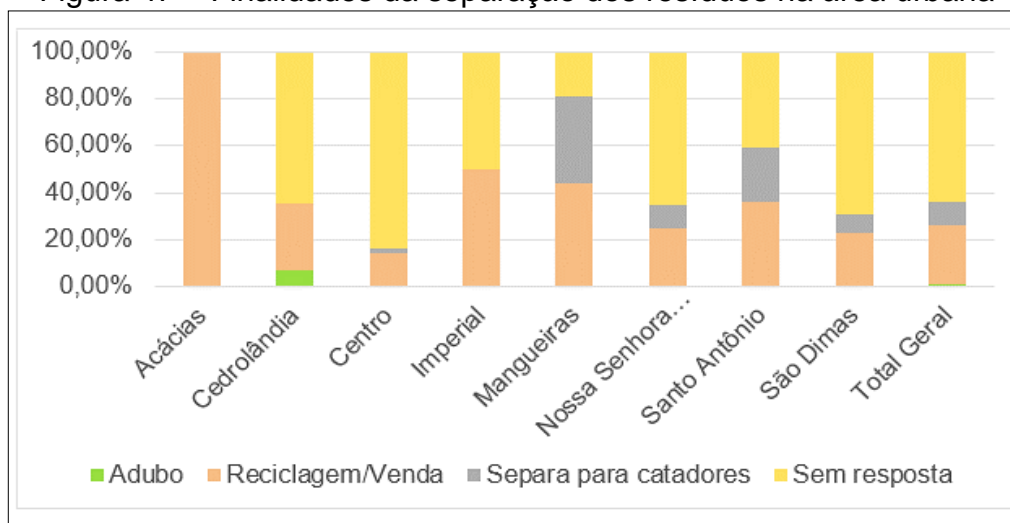


Tabela 84 – Percentual dos bairros que realizam ou não a separação dos resíduos domiciliares na área urbana

Bairros	Sim	Não
Acácias	14,29%	85,71%
Cedrolândia	50,00%	50,00%
Centro	50,00%	50,00%
Clara Nunes	0,00%	100,00%
Imperial	11,11%	88,89%
Mangueiras	61,54%	38,46%
Nossa Senhora das Graças	43,33%	56,67%
Santo Antônio	57,89%	42,11%
São Dimas	46,43%	53,57%
Total Geral	46,44%	53,56%

Em relação aos moradores que fazem a separação dos resíduos, as principais finalidades são venda para reciclagem, doação/separação para catadores e uso como adubo, como ilustrado na FIG. 47.

Figura 47 – Finalidades da separação dos resíduos na área urbana



Os tipos de resíduos com maior geração na área urbana são plásticos e papel, onde cada bairro apresenta percentuais de geração diferentes em relação a cada tipo de resíduo, como é ilustrado na TAB. 85.



Tabela 85: Tipo de resíduo gerado por cada bairro da área urbana

Bairros	Papel	Plástico	Metal	Orgânicos	Rejeitos	Não especificado	Sem resposta
Acácias	42,86%	28,57%	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%	14,29%
Cedrolândia	14,29%	53,57%	3,57%	7,14%	14,29%	0,00%	7,14%
Centro	21,43%	31,25%	4,46%	22,32%	16,07%	0,89%	3,57%
Clara Nunes	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Imperial	11,11%	27,78%	0,00%	22,22%	38,89%	0,00%	0,00%
Mangueiras	46,15%	34,62%	3,85%	3,85%	11,54%	0,00%	0,00%
Nossa Senhora das Graças	27,50%	33,33%	1,67%	13,33%	21,67%	0,83%	1,67%
Santo Antônio	15,79%	31,58%	0,00%	26,32%	26,32%	0,00%	0,00%
São Dimas	25,00%	35,71%	0,00%	21,43%	7,14%	7,14%	3,57%
<b>Total Geral</b>	<b>24,27%</b>	<b>33,77%</b>	<b>2,37%</b>	<b>17,41%</b>	<b>18,47%</b>	<b>1,06%</b>	<b>2,64%</b>

Como visto, a área urbana tem como maior geração, resíduos que são passíveis de reaproveitamento, como plástico, papel, orgânico e metal, sendo um bom cenário para a criação do serviço de coleta seletiva, no qual, a maioria da população apresenta disponibilidade em participar, TAB. 86.

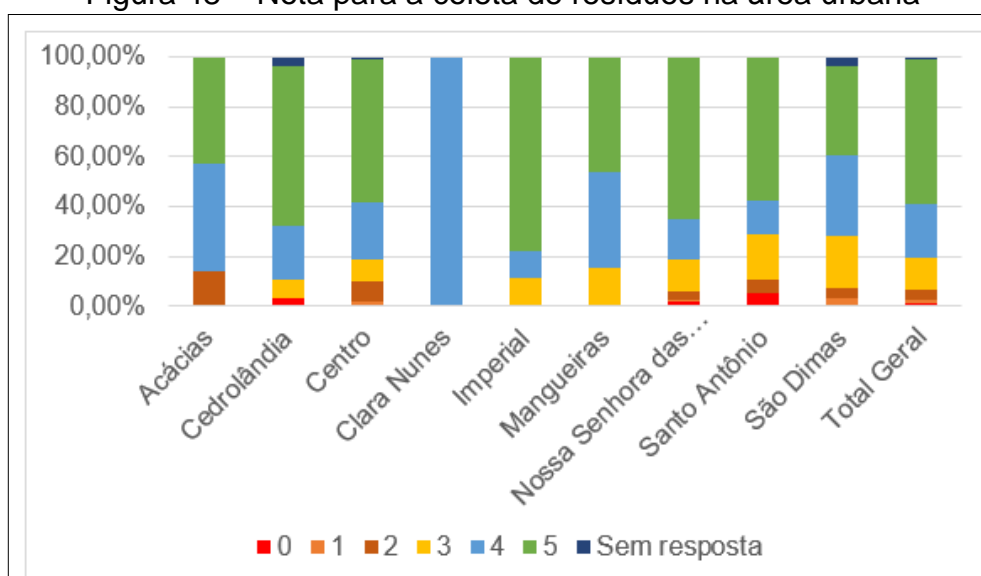
Tabela 86 – Disponibilidade da população da área urbana em participar da coleta seletiva

Bairro	Sim	Não	Sem resposta
Acácias	100,00%	0,00%	0,00%
Cedrolândia	89,29%	10,71%	0,00%
Centro	91,96%	8,04%	0,00%
Clara Nunes	100,00%	0,00%	0,00%
Imperial	88,89%	11,11%	0,00%
Mangueiras	96,15%	3,85%	0,00%
Nossa Senhora das Graças	89,17%	10,00%	0,83%
Santo Antônio	100,00%	0,00%	0,00%
São Dimas	89,29%	7,14%	3,57%
<b>Total Geral</b>	<b>91,82%</b>	<b>7,65%</b>	<b>0,53%</b>

A nota para o sistema de coleta na área urbana atribuída pelos moradores foi em sua maioria a nota máxima, FIG. 48, mas existem em alguns bairros problemas

relacionados a coleta, onde foi dada a nota mínima, um dos principais problemas relatados foi o descuido em coletar os resíduos, por parte dos coletores, deixando-os cair no chão e não os recolher, assim como também retirar as sacolas das lixeiras para colocá-las no chão de forma muito antecipada a coleta, o que permite que os animais de rua, rasguem os sacos. A seguir a representação dos resultados quanto a nota para a coleta de resíduos sólidos na área urbana, onde a nota 0 representa àqueles muito insatisfeitos e a nota 5 representa àqueles muito satisfeitos.

Figura 48 – Nota para a coleta de resíduos na área urbana

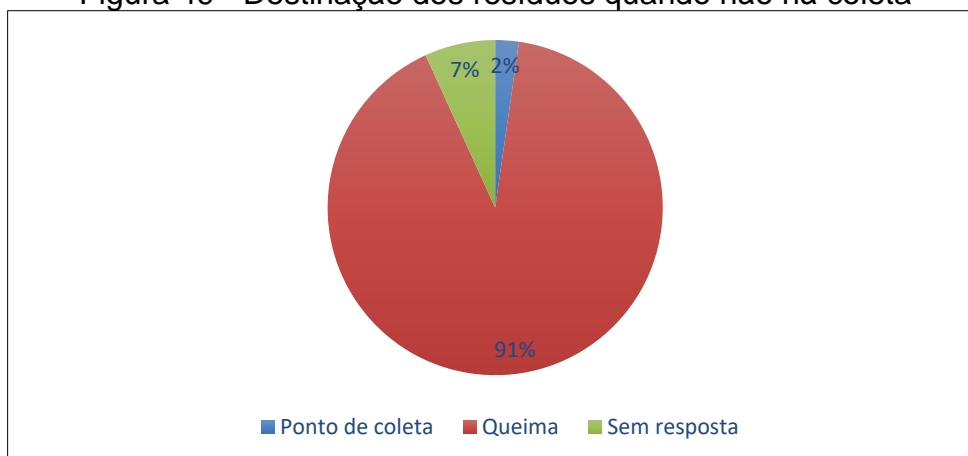


### 5.3.2 Coleta domiciliar na área urbana distante

A coleta nas áreas urbanas distantes, que são os bairros Estrela Dalva, Burity, Boa Vista, Pascoal, Itapoã, Quinta dos Palmares, Itamaracá, Brasilândia, Balaios, Estância Maquiné, Monte Sinai e Estância Maquiné II, nos bairros que ocorre a coleta, a mesma é realizada em menor frequência, devido ao maior afastamento das áreas centrais, sendo feita 1 (uma) vez por semana.

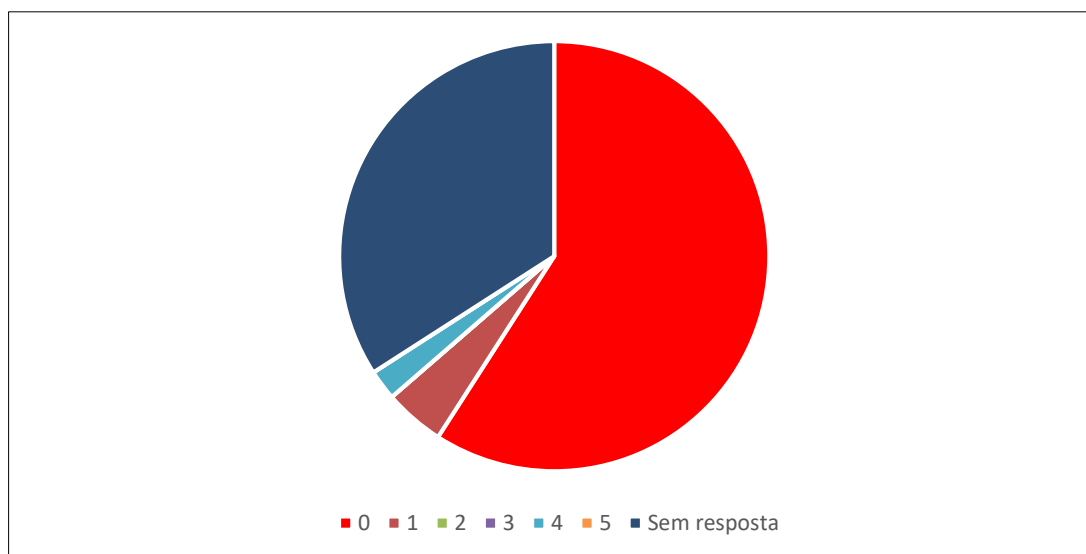
Porém, existem bairros que não são atendidos pelo serviço de coleta de resíduos, onde a maioria da população local queima os resíduos gerados, ocasionando maiores impactos a saúde e ao meio ambiente, conforme é verificado na FIG. 49.

Figura 49 - Destinação dos resíduos quando não há coleta



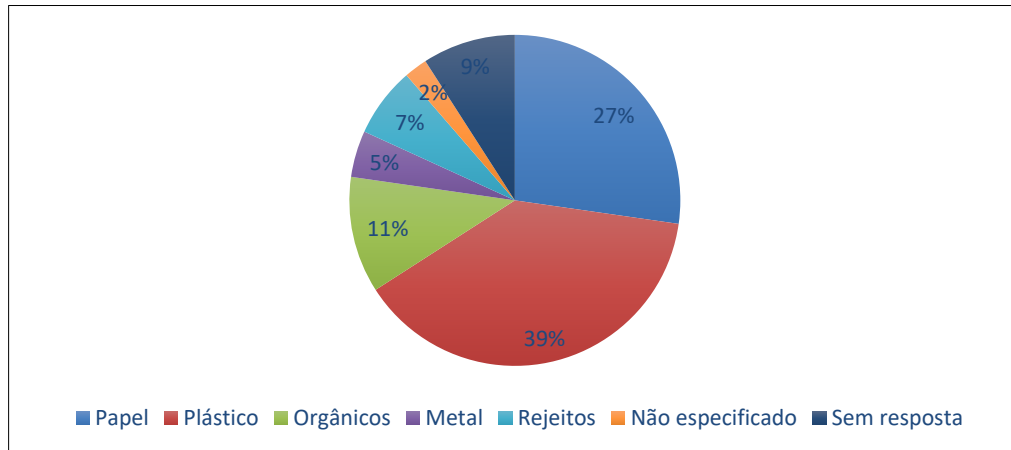
As notas atribuídas para o sistema de coleta domiciliar nas áreas urbanas distantes foram: 59% da população atribuíram nota 0 (zero), 34% não souberam responder, 5% deram nota 1 (um) e 2% nota 4 (quatro), conforme FIG. 50. O que é reflexo da ausência da coleta ou a baixa frequência do serviço, indicando assim, a necessidade de serem implantadas melhorias.

Figura 50 – Nota para coleta de resíduos na área urbana distante



Os tipos de resíduos mais gerados pela população da área urbana distante são o plástico e o papel, como visto na FIG. 51. Evidenciando assim, o alto potencial para implantação da coleta seletiva, diminuindo a quantidade de resíduo a ser disposto no aterro, e proporcionar alguma geração de renda.

Figura 51 – Tipo de resíduo gerado em maior quantidade pela população urbana distante

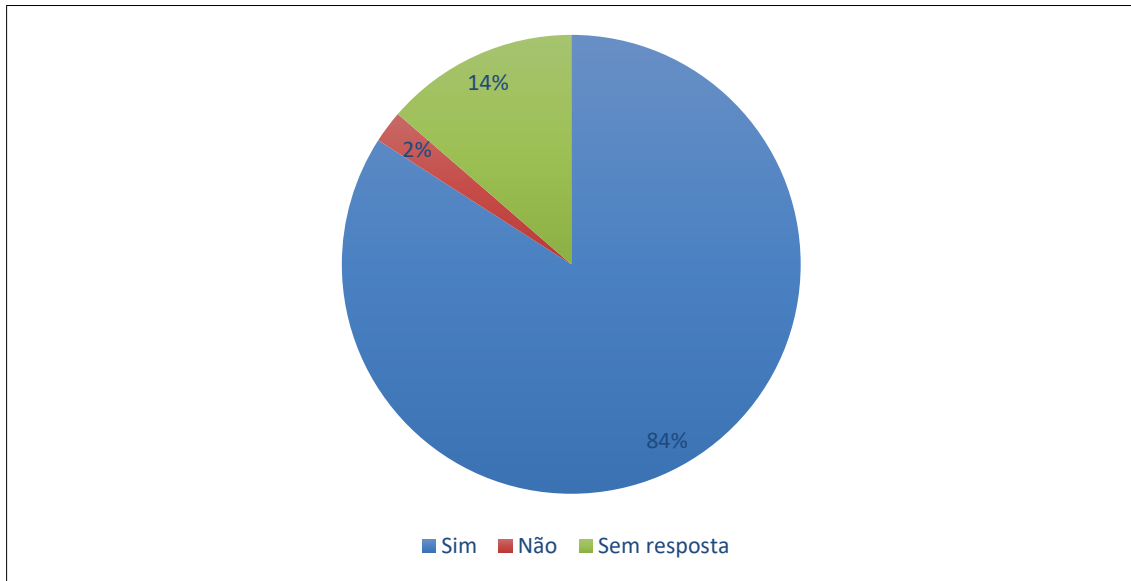


Em sua maioria, a população dessa área não sabia o que é coleta seletiva, FIG. 52, mas tem alto índice de disponibilidade em participar da coleta seletiva, FIG. 53, caso a Prefeitura implante.

Figura 52 – Percentual de moradores que sabem ou não o que é coleta seletiva

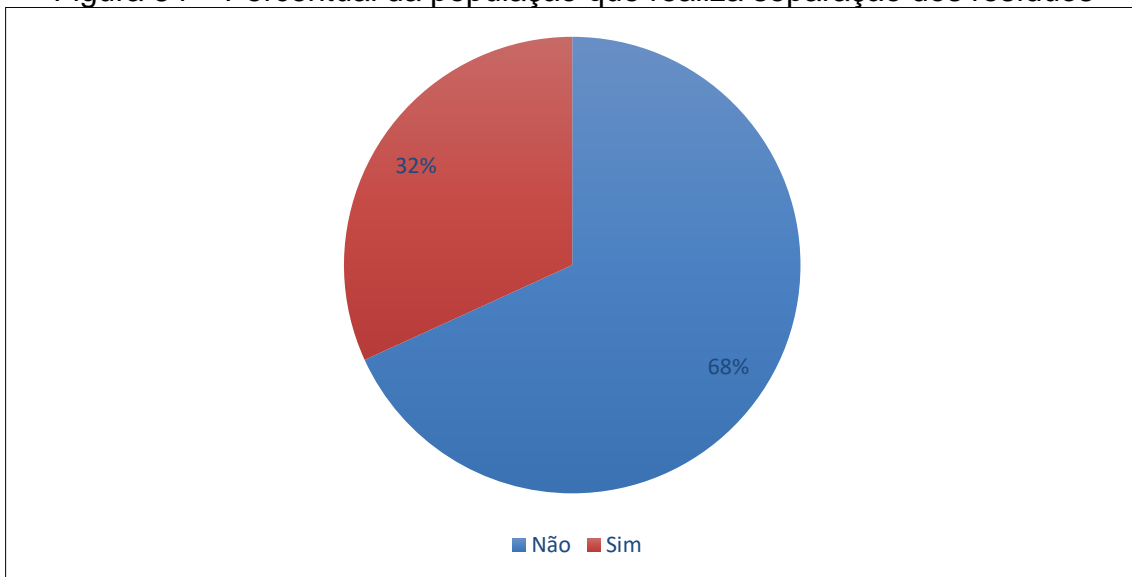


Figura 53 – Disponibilidade da população em participar da coleta seletiva na área urbana distante



Nas áreas urbanas distantes uma parcela dos moradores realiza a separação dos resíduos, FIG. 54, em maioria, com a finalidade de reciclagem ou venda, e outras finalidades relatadas foram o artesanato e utilização de orgânicos para fazer adubo.

Figura 54 – Percentual da população que realiza separação dos resíduos



### *5.3.2 Coleta domiciliar na área rural*

A área rural é composta por três localidades, que são: Três Pedras, Lagoinha e São Bento. Porém, não foram realizadas visitas e entrevistas as áreas rurais para a obtenção de dados.

## **5.4 Resíduos especiais**

### *5.4.1 Pilhas e baterias*

Na área urbana distante os moradores relataram que descartam em local específico em 38,6% dos relatos. Descartam junto ao lixo comum em 54,5% dos casos, e não responderam 6,9% dos entrevistados. Na área urbana, 85% dos moradores declararam descartar junto ao lixo comum, 12% em local específico e 3% não responderam.

### *5.4.2 Lâmpadas*

Na área urbana distante os moradores relataram que descartam em local específico em 31,8% dos relatos. Descartam junto ao lixo comum em 65,9% dos casos e não responderam 2,3% dos entrevistados. Na área urbana, 88% descartam junto ao lixo comum, 10% descarta em local específico e 2% não responderam.

### *5.4.3 Medicamentos*

Os moradores da área urbana distante informaram que descartam em local específico em 31,8% dos relatos. Descartam junto ao lixo comum em 65,9% dos casos e não responderam 2,3% dos entrevistados. Na área urbana, 87% dos entrevistados descartam no lixo comum, 12% descarta em local específico e 1% não respondeu. No município tem uma drogaria que recebe os medicamentos vencidos, mas não é um serviço muito utilizado pela população.

#### 5.4.4 Pneus

O município não tem recolhimento terceirizado, os pneus são recolhidos pela Prefeitura de Caetanópolis e acondicionados em um galpão, cobertos por lonas.

#### 5.4.5 Óleo

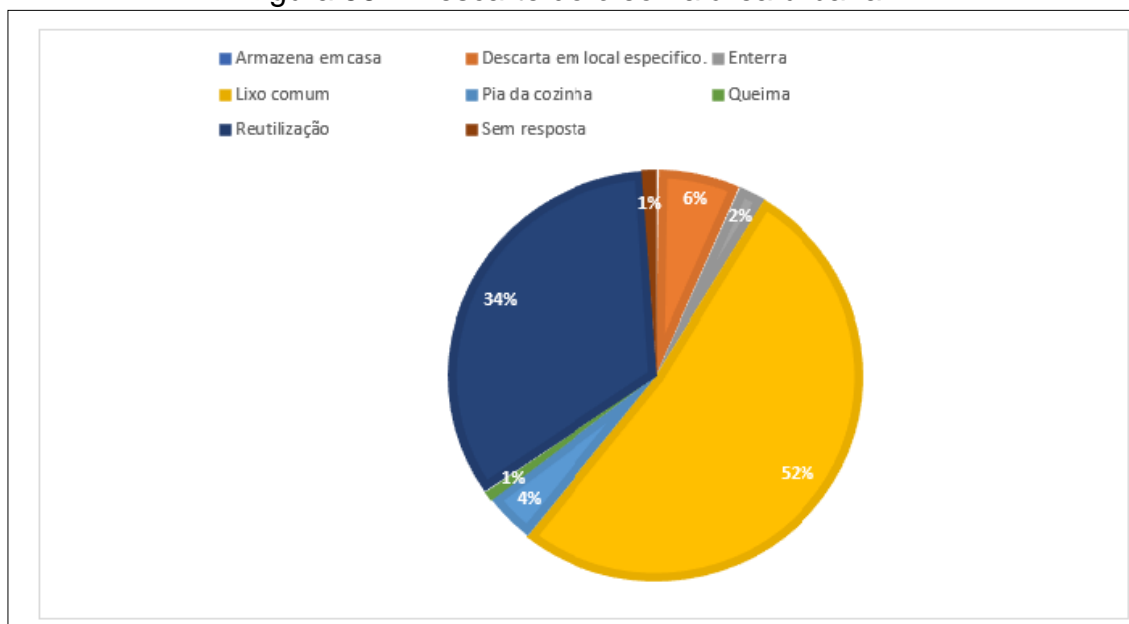
Na área urbana distante, a maioria dos moradores fazem a queima do óleo, seguido dos que descartam em local específico, no lixo comum, que fazem a reutilização, descartam na pia ou enterram, conforme mostrado na FIG. 55.

Figura 55 – Descarte do óleo na área urbana distante



Na área urbana, 52% dos entrevistados descartam o óleo no lixo comum, e 34% fazem a reutilização do óleo, que é utilizado para a fabricação de sabão, FIG. 56.

Figura 56 – Descarte do óleo na área urbana



### 5.5 Resíduos de serviços de saúde (RSS)





O manejo e descarte adequado dos resíduos de serviço de saúde são fundamentais para manter um bom funcionamento na unidade de serviço de saúde, bem como equilibrar o meio ambiente, mantendo uma boa qualidade de vida na região. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRSS) é um documento no qual consta ações e orientações relacionadas ao manejo e descarte adequado dos resíduos gerados, nesse caso, na unidade de saúde. Segundo Moura & Viriato (2008), o principal objetivo do PGRS na área da saúde, é minimizar, o máximo possível riscos para a comunidade interna e externa à unidade em si e, o meio ambiente. De acordo com o PGRSS do Hospital Dr. Pacífico Mascarenhas (HDPM), localizado em Caetanópolis, o hospital possui atualmente cerca de 51 leitos de internação ativos, atendendo também municípios vizinhos como Araçaí, Cordisburgo e Paraopeba. A unidade compreende o prédio do HDPM e os anexos assistenciais e administrativos (unidades de internação hospitalar, ambulatorial, pronto socorro, laboratório e divisão administrativa), possuindo cerca de 65 profissionais, colaborando para uma média mensal de 18.839 consultas (urgência e ambatório) e 1023 internações.

Ainda segundo o PGRSS, o hospital adotou a classificação dos resíduos sólidos gerados de acordo com as disposições da Resolução CONAMA nº 358 de 29/04/2005 e Anvisa RDC nº 222 de 28/03/2018. A FIG. 57 e a TAB. 58 a seguir,



informam o tipo de classificação de resíduos adotada pelo hospital e o os tipos de resíduos gerados por local de geração, respectivamente:

Figura 57 – Classificação dos resíduos na unidade de saúde HDPM

Infectante	Químico	Radioativo	Reciclável	Resíduo Comum	Perfuro cortante
					
A1 A2 A3 A4 A5	B	C	D	D	E

Fonte: PGRS do Hospital Dr. Pacífico Mascarenhas – Caetanópolis

Tabela 87 – Tipos de resíduos gerados por local de geração no HDPM

Setores	Tipos de Resíduos Gerados				
	A	B	C	D	E
Pronto Socorro	X	X		X	X
Pediatria	X	X		X	X
Clínica Médica	X	X		X	X
Bloco Cirúrgico	X	X		X	X
Central de Materiais	X	X		X	X
Ambulatórios	X	X		X	X
Farmácia	X	X		X	
Laboratório Clínico	X	X		X	X
Sala de Vacina	X	X		X	
Processamento de roupas	X	X		X	
Manutenção		X		X	
Nutrição e Dietética		X		X	
Administrativo		X		X	

Fonte: PGRS do Hospital Dr. Pacífico Mascarenhas – Caetanópolis

Durante a visita à unidade hospitalar, foi possível notar a regularização nas identificações dos tipos de resíduos nas lixeiras, diferentes cores de sacos de lixo e a separação correta feita pelos dos funcionários, como exemplificam as FIG. 58 e FIG. 70.

Figura 58 – Local de descarte de materiais infectantes e perfurocortantes



Figura 59 – Local de descarte de resíduos comuns, resíduos infectantes e roupas



Para o acondicionamento, os resíduos são previamente embalados em sacos plásticos, identificados, colocados em abrigos temporários/expurgos individuais (por tipologia), dentro de recipientes apropriados e estanques, em condições regulares de higiene, para sua posterior coleta direcionada ao abrigo externo até que seja coletado pela empresa responsável pelo tratamento e destinação final, como demonstram as FIG. 60, FIG. 61 e FIG 62.

Figura 60– Acondicionamento de resíduos infectantes e perfurocortantes



Figura 61 – Local de acondicionamento de resíduos de material biomédico



Figura 62 – Acondicionamento de produtos químicos



A coleta, os resíduos infectantes e químicos são recolhidos 1 vez por mês, em horários diferentes, em veículos exclusivos por uma empresa terceirizada para incineração (Incineração e Controle Ambiental LTDA - INCA); os resíduos comuns são encaminhados ao depósito do HDPM, seguindo o manejo de resíduos domiciliares, sem tratamento, diretamente para disposição final, recolhidos pelos serviços da prefeitura, sem cobrança, seguindo o mesmo fluxo da coleta do resíduo comum das residências do município; os resíduos químicos são encaminhados para tratamento e/ou envelopamento por processos de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e capacidade de bioacumulação e os resíduos químicos sólidos são encaminhados para incineração e posterior disposição final.

A unidade hospitalar dispõe de programas de segurança e saúde do trabalhador, minimização de riscos, capacitação e treinamento de funcionários, com o intuito de unificar o conhecimento de todos os funcionários na unidade hospitalar e promover a segurança no manejo dos resíduos hospitalares.

O município não dispõe de unidades de disposição final para os resíduos de serviços de saúde, portanto, os resíduos recolhidos por empresas terceirizadas são levados para unidades de tratamento e disposição final localizadas nos municípios regionais. A prefeitura de Caetanópolis não fiscaliza as ações de manejo, acondicionamento, coleta, tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos no Hospital Dr. Pacífico Mascarenhas.

## **5.6 Serviço de limpeza em vias e outros logradouros públicos**

De acordo com a Lei 12305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos de limpeza urbana são “originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.”

### *5.6.1 Varrição*

O procedimento de varrição de vias públicas consiste na limpeza de locais públicos urbanos e logradouros, a fim de manter a cidade limpa e prevenir alagamentos e enchentes.

Os equipamentos utilizados para a varrição são: vassouras, pás e cestos coletores de resíduos leves, a prefeitura não soube informar qual o índice de varrição do município. A guarnição é composta por cerca de 11 funcionários. Como estratégias operacionais são realizadas varrições diárias nas áreas de maior adensamento populacional para evitar o acúmulo de resíduos. Não existe ponto de apoio/descanso para os garis, em contra partida, o município é pequeno e possui muitas praças arborizadas dentro do raio de serviço feito por eles. O número de equipamentos atende a demanda atual do município.

Em relação aos resíduos decorrentes de eventos programados pelo município, são adotadas estratégias de maior concentração de funcionários no local do evento para evitar o acúmulo de resíduos.

Não são realizadas limpeza de córregos e limpeza de bocas de lobo é feita apenas em épocas de chuva ou quando o entupimento já está causando transtorno. Não existe cronograma de execução de serviços preventivos que impeçam enxurradas, alagamentos, etc. O recolhimento de animais mortos é realizado pelos serviços da prefeitura, com disposição final no aterro controlado.

### *5.6.2 Capina e roçada*

As atividades de capina (manual) e roçada (mecânica) consistem na remoção da vegetação que nasce sobre os passeios, calçadas, canteiros centrais e nas faixas de rolamento das vias junto às sarjetas. A frequência desses procedimentos varia no município de acordo com a demanda, dependendo de fatores como



precipitação e fertilidade do solo em questão, por exemplo. Os equipamentos manuais são da prefeitura e os mecânicos são terceirizados. Há também a utilização de produtos químicos em algumas áreas para prolongar o efeito da capina, evitando o crescimento de vegetação por um tempo prolongado.

### 5.6.3 Resíduos de poda

Os resíduos de poda, também chamados de resíduos verdes, são sobras de podas de árvore, plantas e vegetação em geral.

As áreas que mais geram resíduo verde constituem quase todos os bairros do município, (FIG.63 e 64) nos quais é possível notar resíduos de podas nas portas dos moradores, como demonstra a FIG. 65, que são recolhidos posteriormente pelo serviço da prefeitura, que utilizam caminhões caçamba para o recolhimento desses resíduos. Os executores do recolhimento de resíduos verdes, não são os mesmos que realizam o procedimento de varrição das vias públicas.

Figura 63– Mapa de acúmulo de resíduos no município

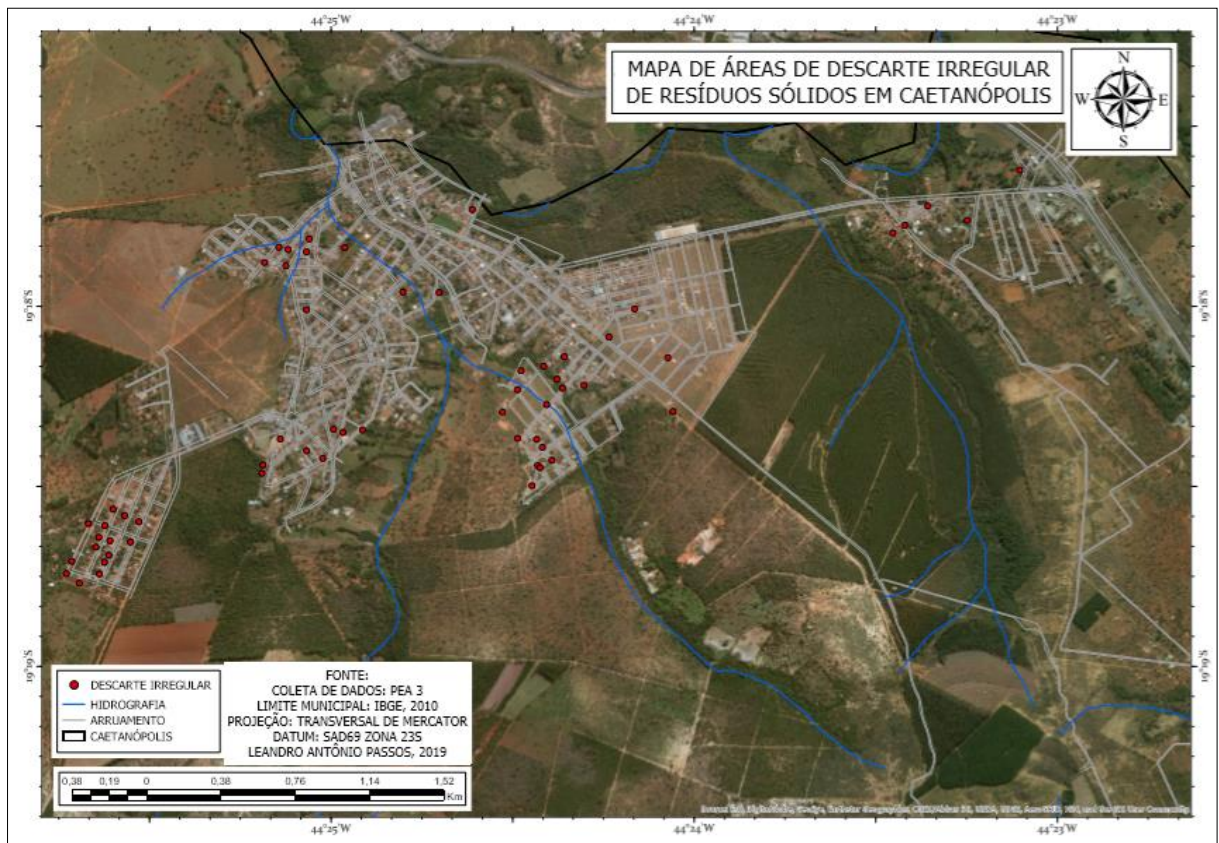




Figura 64 – Mapa de acúmulo de resíduos no município



Figura 65 – Acúmulo de resíduos de poda nos passeios



#### 5.6.4 Resíduos volumosos

Os resíduos volumosos são constituídos por peças de grandes dimensões como móveis e utensílios domésticos, grandes embalagens e outros resíduos de origem não industrial e não coletados pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional.

Não existe no município operações específicas para o recolhimento desse tipo de resíduo, que são recolhidos juntamente com resíduos de poda, com a utilização de caminhões caçamba. Os principais tipos de resíduos recolhidos são móveis pequenos, as FIG. 66 e FIG. 67 demonstram os tipos de resíduos volumosos encontrados nas ruas do município:

Figura 66 – Acúmulo de resíduos volumosos no passeio





Figura 67 – Acúmulo de resíduos volumosos e de construção civil na rua



#### 5.6.5 Resíduos de saneamento básico

Os resíduos de saneamento básico são constituídos por resíduos das fossas rústicas, do tratamento de água (ETA), do tratamento de esgotos (ETE) e de material retirado de canais e galerias.

Não há coleta dos resíduos de saneamento básico por parte da prefeitura devido à inexistência de estação de tratamento de água e estação de tratamento de esgoto, bem como não há caminhões que limpam as fossas rústicas nas áreas urbanas distantes.

#### 5.6.6 Resíduos de construção civil (RCC)

Os resíduos de construção civil são gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil.

A prefeitura é o agente responsável por coletar esse tipo de resíduo no município com a utilização de caminhões caçamba (que também são utilizados para o recolhimento de resíduos verdes e resíduos volumosos), não há agentes privados participando do recolhimento de RCC. A prefeitura não soube dizer qual o percentual de coleta dos RCC no município e não há fiscalização ou monitoramento em relação

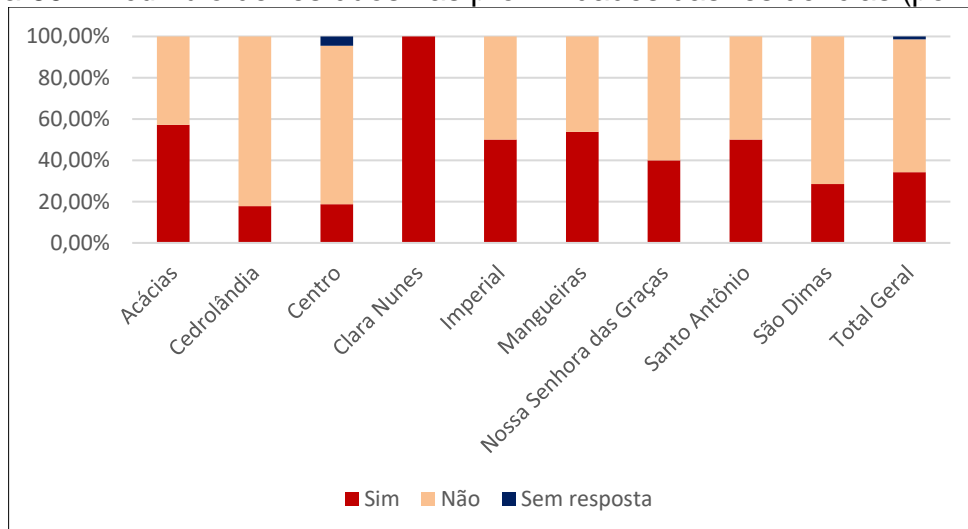
a esse tipo de resíduo. A FIG. 68 demonstra como os moradores fazem a disposição dos RCC.

Figura 68– Acúmulo de resíduos de construção civil na rua



Durante a coleta de dados porta a porta, a maioria dos moradores disseram que não há acúmulo de resíduos nas proximidades de suas residências, como informa o FIG. 69, entretanto, parte da população que afirma o contrário, diz ter acúmulo de entulhos, resíduos de poda, resíduos volumosos como móveis e resíduos de construção civil.

Figura 69 – Acúmulo de resíduos nas proximidades das residências (por bairro)



Há ainda, a incidência de acúmulo de RCC em lotes vagos, bem como resíduos de poda, como exemplifica FIG. 70:

Figura 70– Acúmulo de resíduos de construção civil e poda em lote vago



#### **5.6.7 Resíduos agrossilvipastoris**

De acordo com a representante do EMATER, existem pequenas áreas rurais no entorno de Caetanópolis, cerca de 200 imóveis, nos quais há baixo índice do uso de produtos agrossilvipastoris e quando ocorre o uso, o produtor que compra esses produtos assina um termo de responsabilidade para realizar a devolução da embalagem à mesma loja que comprou, para chegar ao fabricante do produto, utilizando-se da logística reversa.

#### **5.6.8 Resíduos de mineração**

Os resíduos de mineração são aqueles gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minério. O município de Caetanópolis está localizado em uma região propícia para a extração de ardósia, devido a formação rochosa da região. Além dos resíduos da extração, os rejeitos do beneficiamento da ardósia também precisam de tratamento e/ou dispostos de forma adequada. Em todo o



município, apenas uma empresa trata o rejeito de beneficiamento de ardósia, o restante das empresas nesse ramo dispõe os resíduos em bota foras (dentro da legislação) ou deixam esses resíduos abandonados.

A empresa que trata o rejeito do beneficiamento se chama Ecoliga, FIG. 71, e produz a partir do pó de ardósia um aditivo plastificante que da liga ao concreto. O pó de ardósia age de forma semelhante ao filito, produto que já está no mercado e é incorporado no concreto para dar maior aderência e liga no produto final. Cerca de 90% do pó de ardósia é utilizado pela Ecoliga, impedindo que esse resíduo volte para o meio ambiente de forma inadequada.

Figura 71 – Pó de ardósia transformado em ecoliga



#### 5.6.9 Sistematização dos problemas identificados ao serviço de manejo de resíduos sólidos e de limpeza pública

Diante da descrição do serviço do manejo de resíduos sólidos, incluída a limpeza pública, sobretudo, na coleta e dados e percepções apuradas junto à população sobre o serviço prestado pelo município, pôde-se notar alguns aspectos que serão descritos nesse tópico:

- O município possui baixa adesão a iniciativas e/ou ações de reaproveitamento, reutilização e reciclagem de resíduos, que auxilia no combate ao desperdício;

- O acondicionamento dos resíduos não é inadequado, sendo que a população respeita, em sua maioria, os horários de coleta, porém, resíduos de poda são encontrados com facilidade na maioria das ruas do município, podendo ser um risco à saúde humana se dispostos por muito tempo em um mesmo local;
- Alguns bairros como Itapõa, Itamaracá, Boa Vista, Buritis e uma parte do bairro Acácias, onde a maioria da população que reside é de baixa renda, não possuem acesso à coleta de resíduos e a grande parte da população queima os resíduos gerados;
- O aterro controlado do município já ultrapassou sua vida útil, sendo necessário a implantação de uma nova unidade de disposição final para os resíduos;
- A prefeitura e as secretarias responsáveis se dispõem a resolver as reclamações da população e demandas relacionadas ao manejo dos resíduos sólidos, entretanto, falta estrutura para a criação de uma secretaria de meio ambiente, bem como falta equipamentos e maquinário para operar em bairros mais afastados do núcleo urbano;
- Não há ainda nenhum programa especial relacionado aos RSU no município;
- O município participa do consórcio CORESAB exclusivamente voltado para questões de RSU, porém, ainda está não está em fase de funcionamento.

### **5.7 Identificação da carência do poder público para o atendimento adequado a população**

- Não existem ações de educação ambiental e sanitária voltadas para informar a população sobre as metas para não gerar, diminuir a geração, reaproveitar, reutilizar e reciclar o máximo possível dos resíduos;
- Não há planejamento do serviço de otimização das rotas de coleta e estratégia de mobilização da população em campanhas informativas e de educação sanitária e ambiental; houve a divulgação da programação do serviço;
- Não tem meios de participação popular;
- Não existe a regulação e fiscalização frequente sobre o serviço (como o prestador de serviço deve se reportar para prestar o serviço dentro do que a lei determina, inexistência ou falhas de contrato, falta de instrumentos regulamentadores e normativos, insuficiência de pessoal técnico qualificado, etc.);

- O município apresenta deficiências em relação a qualidade na prestação do serviço devido à pouca frequência que ocorre a coleta e ausência do serviço em alguns bairros (ausência de regulação pública e de controle social sobre a área atendida e a qualidade do serviço prestado à população, falta e/ou ineficiência dos canais de comunicação com os usuários e da capacidade de resolução das reivindicações e demandas dos moradores, particularmente daquelas encaminhadas por algum Conselho Municipal, etc.);
- Não tem parcerias do poder público local que possam melhorar o serviço em vários aspectos, como por exemplo a articulação do comércio com as cooperativas/associações de catadores, a pactuação de responsabilidades com os geradores de RCC, RSS, pneus, resíduos eletrônicos, entre outros;
- O município não tem Plano Diretor ou zoneamento ambiental e territorial, ou qualquer outro documento que aborde quanto a áreas que devem ser reservadas para implantação da infraestrutura do serviço de manejo de resíduos sólidos de maneira otimizada (aterro, galpões de triagem etc.).

### **5.8 Caracterização do serviço de manejo de resíduos sólidos segundo indicadores**

O site do Sistema Nacional de Saneamento – SNIS possui dados associados aos indicadores sobre despesas e trabalhadores; coleta domiciliar e pública; coleta de resíduos de serviços de saúde; serviços de varrição, capina e roçada e serviços de construção civil. Com base nesses dados, a TAB. 88 traz uma comparação de indicadores dos municípios de Caetanópolis e Paraopeba, ambos em Minas Gerais, com população estimada no último censo do IBGE (no ano de 2010), de 10218 habitantes e 22553 habitantes, respectivamente. Ambos municípios, se encontram dentro da faixa 1 (até 30000 habitantes) estabelecidos pela Fundação Nacional da Saúde – FUNASA.

Tabela 88 - Comparação de indicadores SNIS entre municípios

<b>Caracterização do serviço de manejo de resíduos sólidos segundo indicadores</b>		
<b>Indicadores SNIS</b>	<b>Caetanópolis</b>	<b>Paraopeba</b>
<b>IN002</b>	24.342,21	Não possui dado
<b>IN004</b>	1,39	0
<b>IN006</b>	57,22	52,02
<b>IN023</b>	334,14	141,24
<b>IN030</b>	Não se aplica	Não se aplica
<b>IN048</b>	Não possui dado	Não possui dado

Fonte: Dados do ano de 2017, extraídos do site do SNIS

Onde:

- IN002: Incidências das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da Prefeitura
- IN004: IN004 – Incidência das despesas com empresas contratadas nas despesas com manejo de RSU
- IN006: Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana
- IN023: Custo unitário do serviço de coleta (RDO + RPU)
- IN030: Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta
- IN48: Extensão total varrida per capita

### 6.3 Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos

A fase de prognóstico do atual Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Caetanópolis foi estabelecido conforme o diagnóstico atual do município e a Lei nº 12.305/2010 que aborda sobre o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que tem como objetivos prioritários não gerar resíduos; reduzir a geração de resíduos na fonte; reaproveitar os resíduos, com programas de reciclagem, compostagem e geração de energia; e disposição final dos rejeitos em condições apropriadas, respectivamente.

Para atingir tais objetivos é necessário ter como fundamentos para a gerenciamento dos resíduos sólidos a colaboração entre o poder público, o setor

produtivo e a sociedade civil; a incorporação das ações nas áreas de saneamento, meio ambiente, saúde pública, ação social e administração; cooperação sob forma de consórcios e/ou parcerias, para soluções regionais integradas; atuação eficaz da sociedade, em seus diferentes níveis; responsabilização dos geradores no gerenciamento dos seus resíduos sólidos; assiduidade e ininterruptão dos serviços de limpeza pública; responsabilização dos fabricantes/distribuidores pelos produtos usados e/ou embalagens passíveis de logística reversa; e optar por produtos resultantes da reciclagem e/ou compostagem de resíduos.

De acordo com o Diagnóstico Técnico Participativo, os resíduos sólidos apresentam um dos componentes mais críticos do município, em consequência da ausência de disposição final dos resíduos adequada, que atualmente é feito em um aterro controlado, com vida útil ultrapassada, coberto apenas por solo, e sem a impermeabilização correta, ocasionando danos ao solo, podendo atingir o lençol freático, além de impactos sociais.

### **6.3.1 Cenário atual**

A administração pública que realiza o serviço de limpeza urbana, que engloba a coleta, transporte, e destinação final dos resíduos gerados pelos munícipes em seus domicílios e atividades econômicas desenvolvidas, assim como é responsável pela limpeza das vias públicas, porém, esses serviços são realizados com frequência somente na área urbana, entretanto, em alguns bairros o serviço ainda não apresenta total cobertura.

A administração pública ainda é responsável pelo aterro controlado municipal, que indica problemas técnicos relacionados a operação e não possui licença ambiental para seu funcionamento, o que diverge da legislação ambiental atual.

### **6.3.2 Estimativas anuais de resíduos sólidos domiciliares gerados ao longo de 20 anos**



Para a estimativa da geração futura de resíduos domiciliares ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos, utilizaram-se dados de projeção populacional, conforme o Termo de Referência da FUNASA, do ano de 2018, que é o Método das Componentes Demográficas, e considerou a geração per capita para o município de 0,5 Kg/hab./dia, por ser um município que apresenta população menor que 30 mil habitantes (IBAM, 2001). Foi considerado o peso específico do lixo domiciliar de 230 Kg/m<sup>3</sup>, sendo um parâmetro necessário para o dimensionamento de instalações e equipamentos (IBAM, 2001).

Nota-se um aumento na geração de resíduos, conforme aumenta a população (TAB. 89) no qual em 2019 tem-se uma geração de 2.185 toneladas e no ano de 2039, estima-se a produção de 3.107 toneladas de resíduos, considerando que a situação atual do município seja mantida, onde todo o resíduo gerado é destinado ao aterro controlado, incluindo os resíduos recicláveis.

Tabela 89 - Estimativa da geração de resíduos ao longo de 20 anos

Ano	População	Geração Per Capita (Kg/hab.dia)	Massa de Resíduos (Toneladas/ano)	Densidade Média do lixo (Kg/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
2019	11973	0,5	2185	230	9500,32
2020	12186	0,5	2224	230	9669,33
2021	12403	0,5	2264	230	9841,51
2022	12624	0,5	2304	230	10016,87
2023	12848	0,5	2345	230	10194,61
2024	13076	0,5	2386	230	10375,52
2025	13308	0,5	2429	230	10559,61
2026	13545	0,5	2472	230	10747,66
2027	13785	0,5	2516	230	10938,10
2028	14029	0,5	2560	230	11131,71
2029	14279	0,5	2606	230	11330,08
2030	14533	0,5	2652	230	11531,62
2031	14791	0,5	2699	230	11736,34
2032	15054	0,5	2747	230	11945,02
2033	15322	0,5	2796	230	12157,67
2034	15594	0,5	2846	230	12373,50
2035	15871	0,5	2896	230	12593,29
2036	16152	0,5	2948	230	12816,26
2037	16438	0,5	3000	230	13043,20
2038	16730	0,5	3053	230	13274,89
2039	17027	0,5	3107	230	13510,55
<b>Total</b>		-	<b>73062</b>	-	<b>317661,88</b>

Considerando o atual cenário no município, e sendo esse o pior cenário, em 2039, horizonte do PMSB, o município estará dispondo e/ou tratando de 73.062 toneladas de resíduos.

Em relação ao aterro controlado, levando em consideração a estimativa populacional e a geração de resíduos não é possível estimar sua vida útil, já que não existe nenhuma forma de controle e compactação dos resíduos gerados atualmente, assim como, da topografia, capacidade do solo e suas propriedades e características.

À vista disso, é necessário um estudo da área do aterro controlado existente, para propor medidas de mitigação para sua desativação, e possível instalação de um aterro sanitário que atenda a demanda do município, em consequência de ser a única área disponível. Assim, como avaliar a inserção da coleta seletiva, conforme as metas que serão elaboradas.

A coleta seletiva é a separação prévia dos resíduos, que podem ser reaproveitados, que tem como importantes benefícios: a economia de matérias-primas não-renováveis; a economia de energia nos processos produtivos; o aumento da vida útil dos aterros sanitários e a estimulação do desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população (IBAM, 2001). Atualmente, o município de Caetanópolis não possui coleta seletiva.

Existe na cidade, catadores que fazem a coleta de materiais recicláveis porta a porta, assim como existem também catadores clandestinos que atuam na área do aterro controlado. Porém, não há no município nenhuma cooperativa ou associação de catadores, onde os mesmos possam realizar esse trabalho de forma independente e correta.

Sendo de extrema importância, para o município a criação das associações para o atendimento das pessoas que realizam a atividade de catação, assim como as que atuam no aterro controlado, com o objetivo de propor um bem-estar social a essas famílias e obter recursos financeiros, através de ações de políticas públicas para a inclusão social.

Para a implantação da coleta seletiva é essencial que haja a envolvimento de toda a população, visto que a primeira etapa, de separação dos resíduos, ocorre

ainda nas residências, sendo fundamental realizar programas de educação ambiental, com a finalidade de informar, conscientizar e demonstrar tamanha importância do melhor uso dos resíduos gerados.

A primeira etapa, geralmente, consiste em separar os resíduos úmidos dos secos, realizada nos domicílios, e posteriormente, esses resíduos são coletados por transporte adequado e encaminhados para locais designados para essa finalidade, onde é feita a segregação dos resíduos secos, que é composto em sua maioria, por papéis, papelões, metais, plásticos e *tetra pak*. Logo após, esses materiais recicláveis são vendidos para empresas que irão reutilizar, reciclar ou reaproveitar os mesmos.

A composição gravimétrica realizada e apresentada no Diagnóstico Técnico Participativo, indicou que atualmente 48% do resíduo encaminhado para o aterro controlado, é passível de reciclagem. Sendo assim, existe um outro cenário a ser considerado com a implantação da coleta seletiva, conforme a TAB 90.

Tabela 90 - Estimativa da geração de resíduos ao longo de 20 anos (com programa de coleta seletiva)

Ano	População	Geração Per Capita (Kg/hab.dia)	Massa de Resíduo (T/ano)	Densidade Média do lixo (Kg/m³)	Volume (m³)	Redução Reciclável	Massa de Resíduo (T/ano)	Volume (m³)
2019	11973	0,5	2185	230	9500,32	48%	1136,24	4940,16
2020	12186	0,5	2224	230	9669,33	48%	1156,45	5028,05
2021	12403	0,5	2264	230	9841,51	48%	1177,04	5117,59
2022	12624	0,5	2304	230	10016,87	48%	1198,02	5208,77
2023	12848	0,5	2345	230	10194,61	48%	1219,28	5301,20
2024	13076	0,5	2386	230	10375,52	48%	1240,91	5395,27
2025	13308	0,5	2429	230	10559,61	48%	1262,93	5491,00
2026	13545	0,5	2472	230	10747,66	48%	1285,42	5588,78
2027	13785	0,5	2516	230	10938,10	48%	1308,20	5687,81
2028	14029	0,5	2560	230	11131,71	48%	1331,35	5788,49
2029	14279	0,5	2606	230	11330,08	48%	1355,08	5891,64
2030	14533	0,5	2652	230	11531,62	48%	1379,18	5996,44
2031	14791	0,5	2699	230	11736,34	48%	1403,67	6102,90
2032	15054	0,5	2747	230	11945,02	48%	1428,62	6211,41
2033	15322	0,5	2796	230	12157,67	48%	1454,06	6321,99
2034	15594	0,5	2846	230	12373,50	48%	1479,87	6434,22
2035	15871	0,5	2896	230	12593,29	48%	1506,16	6548,51
2036	16152	0,5	2948	230	12816,26	48%	1532,82	6664,46
2037	16438	0,5	3000	230	13043,20	48%	1559,97	6782,46
2038	16730	0,5	3053	230	13274,89	48%	1587,68	6902,94
2039	17027	0,5	3107	230	13510,55	48%	1615,86	7025,49
<b>Total</b>	-	-	-	-	<b>317661,88</b>	-	<b>37992,36</b>	<b>165184,18</b>

Como observado na tabela 91, com a implantação de um programa de coleta seletiva no município de Caetanópolis, funcionando de forma efetiva, tem-se que a massa de resíduo gerado em 2039 será menor do que é gerado atualmente, de acordo com estimativa.

Estes dados mostrados sumariamente, expõe a importância da população e dos representantes legais reverem a política atualmente aplicada no Município em relação aos resíduos sólidos, no qual tem-se como alternativa para a redução da quantidade dos resíduos que serão dispostos no aterro, a coleta seletiva.

Portanto, para projeção do aterro sanitário é necessário considerar, além do crescimento populacional, a implantação do programa de coleta seletiva e sua eficiência, de acordo com o cronograma estabelecido.

### **6.3.3 Critérios para pontos de apoio ao sistema na área de planejamento**

A Prefeitura de Caetanópolis deve produzir pontos de apoio para coleta dos resíduos que considerem a área urbana, urbana distante e rural, nos locais que sejam demandadas essa estrutura. Para isso, é preciso instalar Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) de resíduos sólidos, que são adequados apenas para os resíduos secos.

Para que o serviço de destinação dos resíduos sólidos nesses pontos alcance resultados positivos é necessário que sejam feitas campanhas para informar a população, principalmente, a respeito de que devem ser destinados a esses locais somente os resíduos secos, a fim de que sejam evitados resíduos que gerem odor e/ou prejudiquem a capacidade de reciclagem.

A definição dos locais para implantar os PEV's deve ter em vista as necessidades e frequência dos serviços prestados. Sendo fundamental impedir o acúmulo dos resíduos sólidos, no qual a retirada é uma das etapas da destinação correta dos resíduos gerados. O recolhimento em locais específicos altera o serviço porta a porta, gerando impactos positivos na organização urbana. Nesse sistema, o morador é incentivado a levar os resíduos produzidos em locais específicos, esse incentivo pode ser feito com ações educativas ou através de leis.

A inserção dos PEV's para a coleta seletiva inclui a instalação de recipientes de acondicionamento, que devem ser dispostos em pontos fixos no município, possibilitando que o morador realize o descarte dos resíduos de forma espontânea.

A implantação de Ecoponto é uma outra estrutura de apoio, que é a instalação de locais públicos e de utilização livre pela população, com o objetivo de receber os resíduos de construção civil (RCC), volumosos e outros resíduos que não foram recolhidos pela coleta convencional ou seletiva, podendo ser resultado de parcerias com empresas privadas, que queiram reutilizar os RCC de classe A e outros.

O critério para a instalação de pontos de apoio está associado a demanda, deve ser estabelecido de preferência em locais onde tem problemas de descarte irregular de resíduos com maior frequência, prejudicando assim a limpeza pública do município. O entorno dos PEV's e Ecopontos não podem ser susceptíveis a alagamentos, deve apresentar iluminação adequada, além de informações expostas aos usuários de maneira objetiva e simplificada sobre os resíduos a serem dispostos (resíduos secos).

No sistema de coleta seletiva é necessário considerar e optar pela inclusão de associações e cooperativas de catadores que realizem as etapas desde a triagem até o beneficiamento dos materiais. Devendo ser estimulado pela Prefeitura Municipal com a participação de pessoas que já realizam o serviço de catação e pessoas de baixa renda do município, auxiliando assim no desenvolvimento dessa classe. Além disso, é fundamental a realização de cursos profissionalizantes e de aperfeiçoamento, assim como orientar sobre a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI's).

É importante destacar que o sistema de coleta seletiva precisa apresentar viabilidade econômica, garantindo que o município consiga arcar com o mesmo. A separação dos resíduos pode ser dada por resíduos secos (que são os recicláveis), e os úmidos (composto por matéria orgânica e rejeito), sendo os resíduos úmidos recolhidos pela coleta convencional.

Para assegurar maior organização nas realizações das atividades é importante que haja uma sala de coordenação de todas as atividades relacionadas ao serviço de limpeza urbana, incluindo o recebimento de sugestões e demandas da



população. Assim, como criar uma rede de relacionamento direta com os munícipes, através de uma central telefônica. Além de um espaço físico para armazenar os materiais e insumos utilizados na limpeza urbana, ferramentas para manutenções simples e preventivas, possuir instalações sanitárias adequadas para uso dos funcionários e transportes que atendam aos requisitos do serviço e as leis em relação as condições de tráfego, garantindo a segurança dos operários e da população.

#### **6.3.4 Descrição das formas de participação da prefeitura na coleta seletiva e na logística reversa**

De acordo com a Lei Federal 12.305 de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, logística reversa é definida como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A participação do Poder Público com relação a logística reversa pode ser estabelecida através de acordos com os produtores dos resíduos propensos na lei. Em casos em que o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos se responsabilizarem pelo sistema de logística reversa, conforme acordo com o setor empresarial, as atividades realizadas deverão ser devidamente remuneradas, conforme ajustado entre as partes.

Estão sujeitos a logística reversa os produtores de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; além dos eletroeletrônicos e seus componentes. No qual, os consumidores deverão devolver as embalagens ou os produtos anteriormente citados, aos comerciantes.

É responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes garantir a realização e funcionamento da logística reversa através de medidas, como: estabelecer a compra de produtos ou embalagens usados, criar

pontos para entrega dos resíduos reaproveitáveis, e/ou criar parcerias com cooperativas e associações de catadores, dando prioridade ao grau e extensão do impacto ambiental e a saúde da população.

Para a efetividade da logística reversa é preciso seguir o seu ciclo, que tem início no consumidor, que deve retornar com a embalagem ou produto danificado ao comerciante ou distribuidor, que deverão ser encaminhados para os fabricantes ou importadores, garantindo uma disposição final adequada dos rejeitos e o máximo aproveitamento dos materiais passíveis de reciclagem. Devendo manter os órgãos competentes atualizados sob as ações que estão sendo empregadas.

Apesar da logística reversa não ser de responsabilidade direta do município, é importante que a administração pública encontre formas para incentivar a população a devolver todos as embalagens e produtos passíveis de logística reversa, para que não venha a se tornar um problema da administração pública, que é o que ocorre atualmente, onde muitos desses materiais são descartados junto ao lixo comum, ou até mesmo queimado como ocorre nas áreas urbanas distantes, gerando uma série de impactos ambientais e sociais. Para isso, é preciso que haja uma fiscalização eficiente a todos os comerciantes e distribuidores do município por parte da Prefeitura, para verificar se os mesmos realizam o recebimento desses materiais e destinam corretamente, conforme o ciclo.

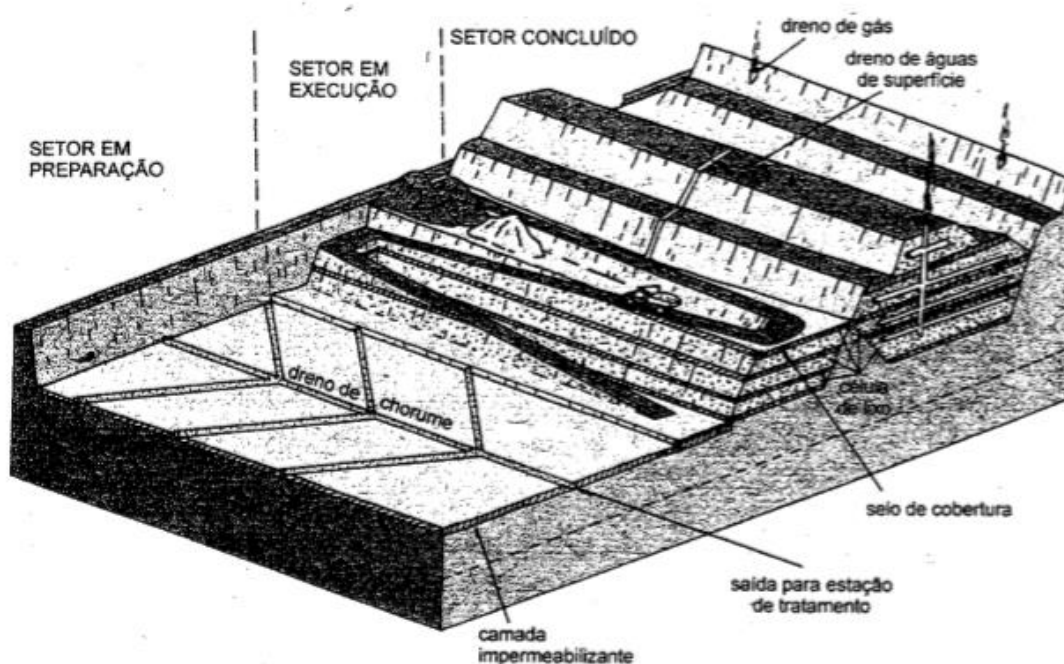
Como visto, a administração pública poderá se responsabilizar pela logística reversa, conforme remuneração pelos fabricantes, mas para isso é preciso analisar criteriosamente os custos e benefícios. Já que o município não possui um aterro industrial, que é o ideal para o recebimento de pilhas, baterias, lâmpadas, entre outros materiais que contenham metais pesados, não podendo esses materiais serem descartados em aterro controlado ou sanitário.

Quanto a coleta seletiva, é preciso que os consumidores condicionem e realizem a separação dos resíduos gerados de forma adequada, sendo necessário programas que informem e incentivem essas atividades. A administração pública também pode realizar incentivos econômicos àqueles que participarem da coleta seletiva. O município precisará realizar o cadastro de todos que atuam no serviço de catação de recicláveis, para facilitar a criação de uma associação ou cooperativa.

### 6.3.5 Área de disposição dos resíduos sólidos domiciliares

No Brasil, o aterro é o tipo de estratégia mais utilizada para disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), levando em conta sua simplicidade na execução, facilidade de operação, viabilidade econômica e vida útil. Segundo D'Almeida & Vilhena (2000) o aterro sanitário é uma técnica de disposição de RSU com base em critérios de engenharia e normas específicas com a finalidade de minimizar os impactos ambientais negativos e evitar riscos à saúde pública. A FIG. 72 ilustra um esquema de construção e operação de um aterro sanitário.

Figura 72 - Esquema de construção e operação de um aterro sanitário

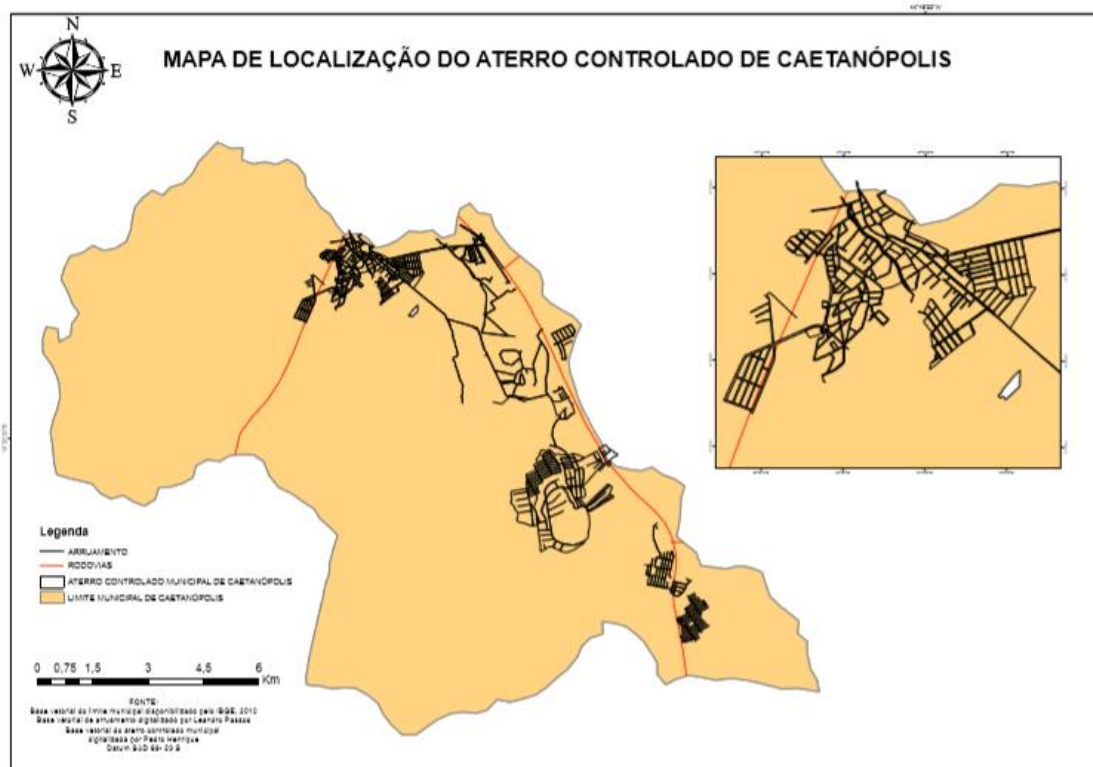


Fonte: D'Almeida & Vilhena, 2000

Para a implantação de um aterro sanitário a área a ser selecionada para esse fim, precisa estar dentro de critérios impostos por legislações federais, estaduais e municipais (quando houver), o que torna esse o maior desafio na implantação de um aterro, uma vez que o crescimento populacional desordenado e a ocupação do solo de forma irregular vão influenciar diretamente na escolha da área. O município

de Caetanópolis já tem uma área pré destinada para a implantação do aterro sanitário, na qual já se localiza o atual aterro controlado do município (FIG. 73).

Figura 73- Área de implantação do aterro sanitário



De acordo com o Manual do IBAM de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) os critérios de seleção de área podem ser divididos em técnicos, econômico-financeiros e político-sociais. Abaixo estão descritas as TAB. 91, 92 e 93 com os critérios estipulados pelas legislações, comparando com a área de implantação do aterro do município de Caetanópolis, de acordo com os pesos atribuídos a cada critério.

Tabela 91 – Critérios técnicos segundo NBR 10.157

<b>Critérios Técnicos</b>	
<b>Critérios</b>	<b>Observações</b>
Uso do solo	As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidade a cursos d'água relevantes	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.
Proximidade a núcleos residenciais urbanos	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.

Proximidade a aeroportos	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor.
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo natural	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
Distância do lençol freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro.</li> <li>• Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10-6cm/s.</li> </ul>
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso a veículos pesados	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento mesmo na época de chuvas muito intensas.
Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Tabela 92– Critérios econômico-financeiros

<b>Critérios Econômico-financeiros</b>	
<b>Critérios</b>	<b>Observações</b>
Distância ao centro geométrico de coleta	É desejável que o percurso de ida ou 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.
Custo de aquisição do terreno	Se o terreno não for de propriedade da prefeitura, deverá estar, preferencialmente, em área rural, uma vez que o seu custo de aquisição será menor do que o de terrenos situados em áreas industriais
Custo de investimento de construção e infraestrutura	É importante que a área escolhida disponha de infraestrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia.
Custos com a manutenção do sistema de drenagem	A área escolhida deve ter um relevo suave, de modo a minimizar a erosão do solo e reduzir os gastos com a limpeza e manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Tabela 93 – Critérios político-sociais

<b>Critérios Político-sociais</b>	
<b>Critérios</b>	<b>Observações</b>
Distância de núcleos urbanos de baixa renda	Aterros são locais que atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam a catação do lixo como forma de sobrevivência e que passam a viver desse tipo de trabalho em condições insalubres, gerando, para a prefeitura, uma série de responsabilidades sociais e políticas. Por isso, caso a nova área se localize próxima a núcleos urbanos de baixa renda, deverão ser criados mecanismos alternativos de geração de emprego

	e/ou renda que minimizem as pressões sobre a administração do aterro em busca da oportunidade de catação.
Acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação	O tráfego de veículos transportando lixo é um transtorno para os moradores das ruas por onde estes veículos passam, sendo desejável que o acesso à área do aterro passe por locais de baixa densidade demográfica.

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Apenas para especificação técnica (uma vez que a área para implantação do aterro sanitário já está definida pelo município), as TAB.94, 95 e 96 informam o peso dos critérios, o tipo de atendimento de acordo com as prioridades adotadas e a pontuação da área disponibilizada diante dos critérios estabelecidos.

Tabela 94 - Peso e prioridade dos critérios

<b>Critérios</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Peso</b>
Sistema de licenciamento de atividades poluidoras e à legislação ambiental em vigor	1	10
Condicionantes político-sociais	2	6
Principais condicionantes econômicos	3	4
Principais condicionantes técnicos	4	3
Demais condicionantes econômicos	5	2
Demais condicionantes técnicos	6	1

Fonte: Adaptado do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Tabela 95 – Tipo de atendimento

<b>Tipo de Atendimento</b>	<b>Peso</b>
Total	100%
Parcial	50%
Não atendido	0%

Fonte: Adaptado do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Tabela 96 – Pontuação da área disponibilizada pelo município

<b>Critérios</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Atendimento</b>	<b>Pontuação da área</b>
Proximidade a cursos d'água	10	0%	0,0
Proximidade a núcleos residenciais	10	0%	0,0
Proximidade a aeroportos	10	100%	10,0
Distância do lençol freático	10	-	-
Distância de núcleos de baixa renda	6	50%	3,0
Vias de acesso com baixa ocupação	6	100%	6,0



Problemas com a comunidade local	6	100%	6,0
Aquisição do terreno	4	100%	6,0
Investimento em infraestrutura	4	50%	2,0
Vida útil mínima	3	100%	3,0
Uso do solo	3	0%	0,0
Permeabilidade do solo natural	3	50%	1,5
Extensão da bacia de drenagem	3	-	-
Acesso a veículos pesados	3	100%	3,0
Material de cobertura	3	100%	3,0
Manutenção do sistema de drenagem	2	100%	2,0
Distância ao centro de coleta	1	100%	1,0
<b>Pontuação total</b>	-	-	<b>46,5</b>

A área disponibilizada pelo município foi escolhida como melhor opção por atender alguns dos critérios citados acima e principalmente por ser uma área que já possui o aterro controlado implantado, portanto já tem parte da infraestrutura executada, acessibilidade aos caminhões coletores, material para cobertura de solo, vasta extensão territorial, o terreno já foi adquirido pela prefeitura e entre outros fatores.

#### 6.3.5.1 Riscos de poluição e/ou contaminação

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), uma área contaminada pode conter quantidades ou concentrações de quaisquer substâncias ou resíduos em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana e ao meio ambiente, que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Enquanto que a poluição se refere à degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Se tratando de um aterro sanitário, o maior risco de poluição e/ou contaminação poderia ser provocado pela infiltração do chorume no solo que poderia atingir o lençol freático ou pelo escoamento desse líquido até um corpo hídrico próximo, contaminando-os com patógenos e afetando o equilíbrio aquático dos corpos hídricos em questão, por isso é fundamental que o sistema de impermeabilização do



solo e drenagem do chorume estejam instalados de forma adequada. Além disso, é importante que a drenagem dos gases dos resíduos seja feita de forma correta para evitar possíveis explosões causadas principalmente pelo gás metano, na qual haveria liberação de gases de efeito estufa na atmosfera. Um outro tipo de poluição que deve ser considerada é a poluição visual e o forte odor que o aterro pode proporcionar, podendo ser utilizadas tecnologias de controle ambiental como barreiras de cobertura vegetal para minimizar esses impactos perante a população e ao meio ambiente.

#### *6.3.5.2 Procedimentos operacionais do aterro sanitário*

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001), os procedimentos operacionais de um aterro sanitário são:

- Preparo da frente de trabalho que se compõe de uma praça de manobras em pavimento primário, com dimensões suficientes para o veículo descarregar o resíduo e fazer a manobra de volta;
- Enchimento da Célula 1, que consiste no espalhamento do resíduo por um trator de esteiras, em camadas de 50 cm, seguido da sua compactação por, pelo menos, três passadas consecutivas do trator;
- Cobrimento do topo da célula, com caimento de 2% na direção das bordas, e dos taludes internos com a capa provisória de solo, na espessura de 20cm;
- Cobrimento dos taludes externos com a capa definitiva de argila, na espessura de 50cm;
- Alguns dias antes do encerramento da Célula 1, prolongar a frente de trabalho, com as mesmas dimensões da anterior para atender à Célula 2;
- Após o encerramento da Célula 1, executar o dreno de gás;
- Repetir as mesmas operações de enchimento de célula anterior e preparo da célula seguinte até que todo o lote 1 seja preenchido;
- Repetir as mesmas operações para o enchimento dos lotes 2, 3 e assim sucessivamente até completar todo o nível inferior;
- Proceder ao enchimento da Célula 1 do nível superior seguindo a mesma sequência de operações utilizada para o nível inferior;
- Quando se estiver aterrando as células do último nível, proceder à cobertura final da célula encerrada com uma capa de argila compactada de 50cm de espessura, dando um caimento de 2% no sentido das bordas;
- Repetir a sequência de operações até o enchimento completo de todos os lotes em todos os níveis.

O manual cita ainda, alguns equipamentos que podem ser utilizados na operação de um aterro sanitário, como: trator de esteiras, caminhão basculante/caçamba; pá mecanizada; retroescavadeira e caminhão pipa.

### 6.3.5.3 Tratamento do lixiviado

Segundo a NBR 8.849/1985, o lixiviado, também denominado chorume, pode ser definido como um líquido percolado resultante da decomposição de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, tendo como características cor escura, forte odor, elevada concentração de amônia e DBO. Dentro dos aterros sanitários o lixiviado sofre interferências de fontes externas como sistemas de drenagem superficial, precipitação atmosférica, evapotranspiração, existência de lençol freático e de nascentes, recirculação dos líquidos gerados, umidade, vegetação, intempéries, entre outras.

O lixiviado pode ser tratado através de diversas tecnologias de controle ambiental, como o tratamento bioquímico através de fito remediação; através da eletrólise assistida por fito catálise; e através do tratamento biológico por lagoas anaeróbias e facultativas. Esse último é o tratamento mais utilizado, levando em consideração sua eficiência perante a legislação e baixo custo de implantação e operação.

Segundo Sperling (2002) as lagoas anaeróbias são tanques de grande profundidade (3,0 a 5,0m), na qual a carga orgânica aplicada deverá ser alta de maneira que a taxa de consumo de oxigênio seja superior à taxa de produção, criando condições anaeróbias (microrganismos que se desenvolvem na ausência de oxigênio), tendo uma eficiência de aproximadamente 50% a 70% da DBO, sendo necessário outras unidades posteriores de tratamento do lixiviado. As lagoas facultativas são tanques de menor profundidade (0,9 a 2,5m), onde ocorre decomposição aeróbia (microrganismos que se desenvolvem na presença de oxigênio) de matéria orgânica dissolvida e fotossíntese, através do surgimento de algas que produzem oxigênio dissolvido e consomem gás carbônico proveniente da decomposição anaeróbia de matéria orgânica suspensa. Além das lagoas anaeróbias e facultativas, é necessário que o sistema de tratamento seja composto pelo gradeamento que remove os sólidos grosseiros e pela caixa de areia que remove os sólidos sedimentáveis.

Entre as principais vantagens do sistema de tratamento de lixiviado é possível citar a satisfatória eficiência na remoção de DBO; eficiência na remoção de patógenos; e simplicidade na execução, operação e manutenção do sistema.

#### *6.3.5.4 Drenagem e destino dos gases de lixiviado*

O sistema de drenagem do lixiviado precisa ser dimensionado conforme as NBR 13.896/1997 e NBR 15.849/2010, de forma a evitar que o líquido possa escoar e/ou infiltrar, contaminando o lençol freático e o solo no entorno do aterro. É recomendado pelas normas a drenagem de água contaminada, ou seja, a água que não infiltra no aterro. É necessário também desviar a água da chuva, impedindo que a mesma se junte ao chorume, deixando o líquido com maior vazão e mais diluído, influenciando diretamente no tratamento do lixiviado.

De acordo com Barros (2013), o biogás é composto, em sua maioria, por matéria orgânica e metano e o processo de geração de gás no aterro sanitário é constituído por quatro fases: fase aeróbia, fase anaeróbia não metanogênica, fase anaeróbia metanogênica instável e fase anaeróbia metanogênica estável. Um sistema típico de coleta de biogás possui um campo de coleta de biogás (drenos e valas); tubulação de coleta; sistema de encerramento e despejo condensado; sistema de ventilação; e queima de biogás. A partir daí, pode-se apenas queimar o biogás ou realizar o aproveitamento energético do mesmo, através de tecnologias que convertam o biogás em energia. A desvantagem da primeira opção é que ao queimar o biogás, gases de efeito estufa (GEE) vão para a atmosfera, enquanto na segunda opção, além de evitar o escape dos GEE, a viabilidade econômica é maior, uma vez que o aproveitamento energético do biogás será contínuo, considerando os resíduos uma fonte renovável de energia.

Fonte: CEPEA, 2004

#### *6.3.5.5 Monitoramento ambiental*

O monitoramento ambiental deve ter início antes do funcionamento do aterro sanitário, através de coleta de amostras de água do lençol freático e de corpos hídricos localizados no entorno do aterro, para futuras comparações entre a qualidade da água desses ambientes antes do funcionamento do aterro e depois. A partir do momento que o lixiviado é produzido no aterro, deve-se realizar análises das amostras de água do lençol freático, dos corpos hídricos próximos e da composição do lixiviado, de forma periódica, para o acompanhamento da qualidade do tratamento do lixiviado. (IBAM, 2001).

É importante que ocorra também o monitoramento geotécnico e topográfico do local, relacionado principalmente à cobertura das células e aos drenos de lixiviado, assegurando o escoamento correto do percolado para o tratamento.

#### *6.3.5.6 Estrutura para a destinação dos resíduos recicláveis*

Após a coleta, os resíduos recicláveis são levados ao galpão de reciclagem para que possam passar pela triagem, com o objetivo de separar os resíduos por tipologia e em seguida, são prensados, armazenados e comercializados para indústrias de recicláveis.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), para a execução da estrutura do galpão de reciclagem, é recomendado a utilização de material pré-moldado, com um pé direito mais alto, que atende o funcionamento dos equipamentos e promove boa ventilação para os funcionários. A área de um galpão pequeno (demanda prevista para até 2039, sendo até 1tonelada/dia de resíduos) é de cerca de 300m<sup>2</sup> e os equipamentos mínimos necessários são pelo menos 1 prensa, 1 balança e 1 carrinho, além de equipamentos comuns como pás, vassouras, entre outros.

O galpão deve conter pelo menos uma área de estoque de silo, triagem, prensagem, depósito e estoque dos fardos. A área de estoque dos silos tem finalidade de receber e separar em pilhas os resíduos recicláveis que estão chegando; em seguida os resíduos são separados por tipo na triagem; logo após vão para a prensagem, onde passam pela máquina de prensa com o objetivo de reduzir o volume

dos resíduos; e por fim, vão para o estoque dos fardos onde aguardam o recolhimento de indústrias de materiais recicláveis. Para manter o controle e dados sobre o peso dos resíduos recicláveis, é de extrema relevância que o galpão disponha de uma balança. É recomendado também a instalação de pontos de apoio para os funcionários como vestuários, sanitários, refeitório e outros espaços que possam julgar-se relevantes, bem como um pátio para manobras dos caminhões coletores e estacionamento para os demais veículos. Segundo o MMA (2008), é viável que os galpões de reciclagem estejam implantados nas proximidades do núcleo urbano, facilitando o transporte na chegada dos resíduos, assim como na saída. A FIG. 74 ilustra uma planta modelo de vista interna do galpão de reciclagem.

Figura 74 – Planta de um galpão de reciclagem



Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2008

Devido ao aumento no número de desempregos em todo o país, parte da população, geralmente de baixa renda familiar, procuram alternativas de trabalho através do lixo, muitas vezes sem nenhuma proteção, de forma arriscada. É muito importante que o município avalie a demanda desses trabalhadores e ofereça uma

renda mensal e boa qualidade de serviço, impedindo o surgimento de catadores de lixo de forma clandestina.

#### *6.3.5.7 Destinação dos resíduos inertes*

Como descrito anteriormente, os resíduos sólidos domiciliares secos como plástico, vidro, papelão e entre outros, serão dispostos no galpão de reciclagem e recolhidos por uma indústria de materiais recicláveis. Os resíduos domiciliares úmidos (orgânicos) como restos de alimento; rejeitos como papel higiênico e dejetos de animais; e demais resíduos não recicláveis inertes serão dispostos no aterro sanitário, bem como resíduos de poda e de limpeza urbana.

Os resíduos de construção civil (RCC) não deverão ser dispostos no aterro sanitário. Para o descarte desse tipo de resíduo, o município pode criar pontos de descarte ambientalmente corretos ou parcerias com empreendedores ou municípios próximos para o recolhimento e reaproveitamento dos RCC.

Os resíduos volumosos como móveis, por exemplo, são de responsabilidade de descarte adequado por parte do munícipe, que pode promover a devolução do resíduo para o fabricante através da logística reversa, assim como também, podem ser criados pontos para descarte desse tipo de resíduo e parcerias de reaproveitamento.

Os pneus que são descartados no município devem voltar para o fabricante através da logística reversa, pode ser criado um ponto de recolhimento para descarte desses resíduos.

#### **6.3.6 Desativação do aterro controlado**

A implantação de um aterro demanda uma área que precisa atender diversos critérios estipulados em lei, porém, essa é a maior dificuldade para a maioria dos municípios, principalmente quando existe um lixão ou aterro controlado que precisa ser desativado. Diante disso, muitos municípios aproveitam aquela mesma área para iniciar a implantação de um aterro sanitário, uma vez que além dessa área se enquadrar em alguns critérios, ela já era utilizada antes para a disposição dos RSU. Esse quadro é exatamente a situação atual do município de Caetanópolis, na qual precisa desativar o seu aterro controlado que ultrapassou sua vida útil e implantar nessa mesma área um aterro sanitário.

De acordo com o IBAM (2001), para a desativação do aterro controlado e implantação do aterro sanitário deve-se adotar os seguintes procedimentos:

- Entrar em contato com funcionários antigos da empresa de limpeza urbana para se definir, com a precisão possível, a extensão da área que recebeu lixo;
- Delimitar a área, no campo, cercando-a completamente;
- Efetuar sondagens a trado para definir a espessura da camada de res ao longo da área degradada;
- Remover o lixo com espessura menor que um metro, empilhando-o sobre a zona mais espessa;
- Conformar os taludes laterais com a declividade de 1:3 (V:H);
- Conformar o platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- Proceder à cobertura da pilha de lixo exposto com uma camada mínima de 50cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais, com exceção do talude lateral que será usado como futura frente de trabalho;
- Preparar a área escavada para receber mais lixo, procedendo à sua impermeabilização com argila de boa qualidade (e > 50cm) e executando drenos subterrâneos para a coleta de chorume;
- Executar valetas retangulares de pé de talude, escavadas no solo, ao longo da pilha de lixo, com exceção do lado que será usado como futura frente de trabalho;
- Executar um ou mais poços de reunião para acumulação do chorume coletado pelas valetas;
- Construir poços verticais para drenagem de gás;
- Passar a operar o aterro controlado recuperado como aterro sanitário;
- Implantar poços de monitoramento, sendo um a montante do aterro controlado recuperado e dois a jusante da futura área operacional.

### **6.3.7 Previsão de eventos de emergência e contingência do serviço de manejo de resíduos sólidos**

As ações de emergência e contingência surgem devido a necessidade de garantir a continuação dos serviços, além de agilizar a regularidade em casos excepcionais, em relação a limpeza pública, coleta e destinação final dos resíduos.



Dessa forma são apresentadas na TAB. 97 as principais ações de emergência e contingências observadas com a elaboração do Plano e que devem ser realizadas.

Tabela 97 – Ações de emergência e contingência do serviço de manejo de resíduos sólidos

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
Interrupção do sistema de roçada e capina	Greve da seção responsável da Prefeitura; indisponibilidade de equipamentos	Realizar campanhas para conscientizar a população a manter a cidade limpa
		Contratação de empresa terceirizada em caráter emergencial
Interrupção da coleta (parcial ou total)	Greve da seção responsável da Prefeitura; indisponibilidade de veículos e equipamentos (devido manutenção, disponibilização para outras ações, etc.)	Contratação de empresa terceirizada em caráter emergencial
		Fazer campanhas de conscientização para a população diminuir a geração e impedir o acúmulo de resíduos nas ruas
		Realizar a manutenção imediata dos equipamentos e veículos
Interrupção do serviço de triagem dos recicláveis	Greve ou problemas operacionais da associação responsável pela triagem dos resíduos recicláveis	Realizar campanha de comunicação, visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa, no caso de paralisação da coleta seletiva
		Realizar a contratação emergencial de empresa especializada para a coleta e comercialização dos resíduos recicláveis
Não realização da coleta em algumas vias da área urbana distante	Difícil acesso das vias ocasionadas por processos erosivos	Promover melhorias nas vias, com métodos de estabilização dos processos erosivos
		Criar estratégias para a coleta, de forma que todos sejam atendidos, enquanto são realizadas as obras nas vias
Interrupção parcial do aterro	Ruptura de taludes e valas	Reparo dos taludes
		Caso haja acidentes com trabalhadores acionar unidades de atendimento de emergência de saúde

Continua...

Ocorrência	Origem	Ações de Emergência e Plano de Contingência
Interrupção total do aterro	Paralisação geral dos funcionários; esgotamento da área de disposição; explosão / incêndio / acidente; vazamento tóxico; obstrução do sistema viário; impedimento de uso de máquinas e veículos; embargo às atividades pelo órgão fiscalizador do meio ambiente	Contratação de empresa terceirizada em caráter emergencial aos serviços
		Evacuação da área cumprindo os procedimentos internos de segurança
		Acionamento do órgão ambiental e do corpo de bombeiros;
		Resolução de problemas de cunho burocrático e técnico junto ao órgão ambiental fiscalizador
		Realizar reparo imediato dos equipamentos e veículos
		Enviar os resíduos provisoriamente para um aterro alternativo
Vazamento de chorume	Excesso de chuvas; problema operacional no sistema de drenagem; problemas estruturais no aterro	Contenção e remoção através de caminhão limpa fossa, e envio para estação de tratamento de esgoto
		Acionamento do órgão ambiental
		Inicialização de procedimentos de remediação emergenciais da área
Disposição irregular de resíduos	Destinação inadequada em locais clandestinos por inoperância da gestão e falta de fiscalização	Implementar medidas para desbloquear o local e aumentar a fiscalização dos pontos onde ocorre a deposição irregular com maior frequência
		Destinar os resíduos retirados da área para local correto
		Aumentar o número de pontos de depósito ou entrega voluntária (PEV, ecopontos) dentro do município
Destinação de resíduos perigosos no lixo comum	Risco ambiental à saúde pública com deposição de material contaminante ou contaminado	Promover a remoção e envio do material contaminante ou contaminado para local apropriado
		Promover campanhas informativas para a população.

## 5.1 Programa de Universalização da Coleta Convencional

Para atender a população urbana total do município, que inclui os bairros Nossa Senhora das Graças, Centro, Cedrolândia, Acácia, Santo Antônio, Imperial, Mangueiras, São Dimas, COHAB e Residencial Clara Nunes é preciso apenas uma melhor gestão, realizando um planejamento das rotas a serem feitas, conforme a proximidade das ruas e de forma que atenda a todos da área urbana. Uma vez que, com exceção de algumas ruas dos bairros Acácias, Nossa Senhora das Graças, Santo Antônio e São Dimas que não são atendidas com o serviço de coleta, conforme Diagnóstico Técnico Participativo realizado, os demais munícipes têm a coleta realizada em 2 (duas) a 3 (três) vezes por semana.

Em relação a área urbana distante será necessário implantar PEV's em locais estratégicos, que possibilite que a população descarte os resíduos gerados nesses locais estabelecidos, enquanto são elaboradas estratégias para que seja realizada a coleta porta a porta. Sendo que alguns dos bairros da área urbana distante, como Buritis, Boa Vista, Itapoã e Itamaracá não contam com a coleta dos resíduos sólidos. A seguir são apresentadas as ações básicas a serem realizadas quanto à universalização da coleta de resíduos, TAB. 98. São apresentados os planos de ação na TAB 98.1.

Tabela 98 - Ações para a universalização da coleta convencional.

<b>RS1 - Programa de universalização da coleta convencional</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS01</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS1.1</b>	Planejar as rotas a serem realizadas na área urbana, com frequência de coleta mínima de 2 (duas) vezes por semana.	Imediato
<b>RS1.2</b>	Instituir os PEV's de forma que atenda a população urbana distante de forma mais rápida, a fim de evitar que os resíduos gerados continuem sendo queimados.	Imediato/Curto
<b>RS1.3</b>	Planejar a coleta porta a porta na área urbana distante.	Imediato
<b>RS1.4</b>	Realizar a coleta porta a porta na área urbana distante.	Médio
<b>RS1.5</b>	Realizar o treinamento dos colaboradores para ser mantido o planejamento quanto as rotas e a correta utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's).	Imediato

Tabela 98.1 – Planos de ações para a universalização da coleta convencional.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS1.1</b>	Utilização de software de roteirização gratuito (recomendado o waze) e profissional capacitado para o planejamento e acompanhamento das rotas.	Custo estimado de 01 fiscal municipal R\$ 1.465,80 mensal		
<b>RS1.2</b>	Pesquisas realizadas em campo por estagiários.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS1.3</b>	Profissional capacitado	Custo estimado no item RS1.1		
<b>RS1.4</b>	Utilização dos dois caminhões caçambas que são disponibilizados pela prefeitura.		Custo estimado de 03 funcionários - 01 motorista (R\$ 1.599,55) e 02 auxiliares de serviços gerais (R\$ 1.265,87) Total R\$4.131,29 mensal	
<b>RS1.5</b>	Contratação de 2 profissionais capacitados (técnicos) na área de segurança do trabalho.	Custo estimado R\$ 2.288,19 R\$ 4.576,38 mensal		

## 5.2 Programa de Implantação da Coleta Seletiva

A coleta seletiva deverá ser implantada em todo o município a um médio prazo, conforme a separação prévia dos resíduos de acordo com o Decreto nº 7.404 de 2010 que regulamenta a Lei nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de

Resíduos Sólidos. As ações de implantação de coleta seletiva estão descritas na TAB. 99. Os respectivos planos de ação estão descritos na TAB 99.1.

Tabela 99 - Ações para implantação da coleta seletiva

<b>RS2 - Programa de implantação da coleta seletiva</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS07</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS2.1</b>	Orientar que a população da área urbana realize a separação dos resíduos secos e úmidos, disponibilizando para a coleta de forma adequada.	Imediato
<b>RS2.2</b>	Incentivar a criação de cooperativas e/ou associações com inclusão dos catadores de recicláveis já atuantes no município.	Imediato
<b>RS2.3</b>	Utilizar os PEV's como apoio para a coleta seletiva, desde que haja a devida participação e contribuição da população.	Curto
<b>RS2.4</b>	Investir em caminhões adequados (caçambas) que realizem a coleta dos resíduos destinados a coleta seletiva, seja porta a porta ou dos PEV's.	Imediato
<b>RS2.5</b>	Implantar a coleta seletiva na área urbana com o apoio dos catadores locais.	Curto
<b>RS2.6</b>	Implantar a coleta seletiva na área urbana distante.	Médio
<b>RS2.7</b>	Realizar avaliações periódicas do serviço prestado e do desempenho da equipe que realiza esses serviços, podendo ser obtidas através de informações prestadas pelos moradores que são atendidos pelo serviço de coleta seletiva.	Curto/Médio
<b>RS2.8</b>	Realizar a divulgação para a população sobre o sistema a ser implantado, assim como informar quais os dias que cada bairro ou região será atendido e os horários de coleta. Essa divulgação poderá ser realizada por plataformas digitais, como o site da prefeitura; pela rádio local e/ou através de panfletos de papel reciclado.	Imediato/Curto
<b>RS2.9</b>	Realizar o treinamento dos colaboradores para ser mantido o planejamento quanto as rotas, correta utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's), e quais procedimentos devem ser adotados.	Curto



Tabela 99.1 – Planos de ações para implantação da coleta seletiva

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS2.2</b>	Criação de um grupo capacitado para trabalhar no programa de Educação Ambiental/Responsabilidade social com competência para trabalhar com questões ambientais e sociais. (Essa equipe deverá estar ligada a pasta de Meio Ambiente)	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS2.3</b>	Realização de campanhas de sensibilização propostas pela equipe do Programa de Educação Ambiental.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS2.4</b>	Aquisição de caminhão caçamba	Caminhão R\$330000,00/veículo		
<b>RS2.5</b>	A Equipe do programa de Educação Ambiental/Responsabilidade social ficará responsável por sensibilizar a população e apoiar no que for necessário.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS2.6</b>	Competência da equipe do programa de educação ambiental/ responsabilidade social que estará vinculada diretamente a pasta de meio ambiente.		Custo estimado no item A7.1	
<b>RS2.7</b>	Aplicação de questionários periódicos através de estagiários para a avaliação dos serviços prestados		Custo estimado no item A7.1	
<b>RS2.8</b>	Divulgação pelos principais meios de comunicação da cidade, redes sociais e utilização de panfletos (recicláveis) informativos.	Custo estimado dos panfletos R\$ 15,00 a cada 50 unidades		
<b>RS2.9</b>	Contratação de 2 profissionais capacitados (técnicos) na área de segurança do trabalho.	Custo estimado no item RS1.5		

### 5.3 Programa de Implantação dos Pontos de Entrega Voluntária – PEV's

Na área urbana os PEV's deverão ser locais capazes de receber todos os resíduos secos gerados pela população de forma já segregada, os compartimentos dos PEV's devem ser bem divididos de acordo com a classe dos resíduos, servindo como suporte para a coleta convencional e posteriormente a coleta seletiva.

Na área urbana distante os PEV's podem receber os resíduos secos e os rejeitos, enquanto não é realizada a coleta convencional porta a porta nessas áreas.

Nos bairros da área urbana distante é muito comum a utilização dos resíduos úmidos (orgânicos) para a alimentação de animais, e devido a isso acaba não ocorrendo o descarte desse resíduo.

A área urbana distante é composta por 12 (doze) bairros e a área rural tem 3 (três) comunidades, sendo assim, é importante que haja a implantação dos PEV's de forma que atenda o maior número de pessoas. As ações básicas relacionadas aos pontos de entrega voluntária estão demonstradas na TAB. 100. E na TAB. 100.1 os planos de ação.

Tabela 100 - Ações para implantação dos pontos de entrega voluntária – PEV's.

<b>RS3 - Projeto de implantação dos pontos de entrega voluntária</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS15</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS 3.1</b>	Estabelecer as áreas para projeto piloto.	Imediato
<b>RS 3.2</b>	Definir as estratégias de divulgação e Educação Ambiental.	Imediato
<b>RS 3.3</b>	Implantar no mínimo 10 PEV's.	Imediato/Curto
<b>RS 3.4</b>	Realizar manutenções dos PEV's quando necessário.	Médio

Tabela 100.1 – Planos de ações para implantação dos pontos de entrega voluntária – PEV's.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS 3.1</b>	Os planejamentos estratégicos serão implantados pela equipe de Educação Ambiental/ Responsabilidade Social.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS 3.2</b>	A Prefeitura juntamente com a Pasta de Meio Ambiente, deve buscar o apoio de verbas estaduais ou empresas privadas para contribuir com o levantamento de recursos para implantação das PEV's	Sem custo		
<b>RS 3.3</b>				
<b>RS 3.4</b>	Manutenção	Recursos da iniciativa privada		

O projeto piloto deverá abordar as áreas com maior dificuldade em relação ao serviço de coleta dos resíduos, que são as áreas urbanas distantes e áreas rurais. Os PEV's servirão como apoio ao serviço de coleta, principalmente nas áreas afastadas, enquanto são estabelecidas as estratégias para a implantação da coleta convencional nas áreas que não contam com o serviço, não podendo ser o único método a ser implantado, visto que não atenderia a demanda do município.

#### 5.4 Programa de Implantação dos Ecopontos

Os ecopontos deverão ser utilizados para o recolhimento dos resíduos grosseiros e de construção civil. Podem ser resultantes de parcerias privadas com o setor público, que tenham interesse em realizar o reaproveitamento/reciclagem dos resíduos.

O município deverá implantar os ecopontos em áreas estratégicas, para que durante a etapa de planejamento da coleta porta a porta dos resíduos volumosos, os munícipes possam ser atendidos com esse serviço, desde que se torne um

compromisso de toda a população, para acabar com os descartes realizados no meio das ruas, que geram transtornos no fluxo de veículos, além de se tornar um ambiente propício para infestação de insetos e mosquitos. Além do mais é uma alternativa para tornar a coleta dos resíduos volumosos mais eficiente e reduzir custos. Na TAB. 101 são apresentadas as ações que devem ser realizadas para que possibilite a implantação dos ecopontos. Na TAB. 101.1 os respectivos planos de ação.

Tabela 101 - Ações para a implantação dos ecopontos.

<b>RS4 - Programa de implantação dos ecopontos</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS06</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS4.1</b>	Analisar as áreas com maiores incidências de descarte de resíduos grosseiros.	Imediato
<b>RS4.2</b>	Realizar parcerias com o setor privado para auxiliar na instalação dos ecopontos.	Curto
<b>RS4.3</b>	Implantar os ecopontos em locais que apresentam maior demanda, e conforme critérios técnicos, de forma que atenda o máximo de pessoas possíveis.	Curto/Médio

Tabela 101.1 – Planos de ações para a implantação dos ecos pontos.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS4.2</b>	A Prefeitura juntamente com a Pasta de Meio Ambiente, deve buscar o apoio de parcerias com empresas privadas para levantar recursos para instalação dos ecopontos.			
<b>RS4.3</b>	Estudo realizado em campo pelos estagiários para contabilizar as áreas com maior incidência de descarte irregular, para implantação dos ecopontos.		Custo estimado no item A7.1	

### 5.5 Programa de Implantação do Projeto de Educação Ambiental

A educação ambiental deverá ser tratada desde a etapa de planejamento e ser realizada de forma contínua, com a finalidade de ampliar a participação da população em relação a coleta seletiva e o melhor manejo dos demais resíduos gerados, reduzindo assim a quantidade a ser enviada ao aterro.

Sendo apresentadas na TAB. 102 as propostas, ações, público alvo e o prazo a serem cumpridos dentro do programa de educação ambiental. Na TAB. 102.1 os planos de ações.

Tabela 102 - Ações voltadas para a educação ambiental

<b>RS5 - Programa de Educação Ambiental</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS13</b>
<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS5. 1</b>	Introduzir temas transversais na grade curricular das escolas; Elaborar oficinas escolares, gincanas ambientais para propagar a reciclagem; Ações pedagógicas tratando o princípio dos 3R's - Reduzir, Reutilizar e Reciclar; Realizar palestras e encontros com profissionais que atuam no setor do manejo de resíduos sólidos; Incentivar ações culturais que abordem o assunto para serem disseminados à população do município.	Imediato
<b>RS5. 2</b>	Orientar sobre como deve ser realizada a coleta seletiva dos resíduos na fonte e qual sua importância; sobre as formas de acondicionamento e disposição dos resíduos sólidos urbanos; assim como sobre a localização, função e modo de operação dos PEV's e Ecopontos. Informar sobre os horários e frequências das coletas de resíduos em cada bairro; Apresentar temas, como a responsabilidade quanto à gestão de resíduos da construção civil, os resíduos grosseiros e os passíveis de logística reversa; Estimular e propagar a utilização de composteiras domésticas (cursos e oficinas); Incentivar a população a fazer a reutilização do óleo de cozinha, para produzir sabão; Debater temas relacionados à importância da participação da população na limpeza pública e preservação de ambientes comunitários e públicos; Campanhas de coleta seletiva continuadas.	Imediato
<b>RS5. 3</b>	Tratar sobre temas relacionados ao correto manejo de resíduos nas residências e estimular que os munícipes realizem a separação dos resíduos; incentivar e informar a população como realizar compostagem e reutilizar o óleo de cozinha para a fabricação de sabão, que já é uma ação bastante comum. (População em geral da Zona Rural)	Curto
<b>RS5. 4</b>	Informações referentes à importância de separar os materiais recicláveis; estimular para que contribuam para a coleta seletiva municipal, inclusive apoiando nas campanhas municipais; estimular ações do setor privado relacionadas à manutenção da limpeza de praças, canteiros e outros espaços públicos do município; Ações de conscientização como forma de anteceder a fiscalização desses empreendimentos e setores. (empreendedores do município)	Imediato
<b>RS5. 5</b>	Incentivar ONG's, associações e cooperativas que possam vir a desenvolver atividades e ações ligadas ao manejo adequado de resíduos sólidos urbanos e resíduos recicláveis.	Imediato



Tabela 102.1 – Planos de ações voltadas para a educação ambiental.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS5. 2</b>	A equipe de meio ambiente (Educação Ambiental/Responsabilidade social) ficará com a responsabilidade de incentivar a população e apoiar no que for necessário. Realização de reuniões e campanhas periódicas juntamente com a comunidade.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS5. 3</b>	A equipe de meio ambiente (Educação Ambiental/Responsabilidade social) ficará com a responsabilidade incentivar a população e apoiar no que for necessário. Realização de reuniões e campanhas periódicas juntamente com a comunidade.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS5. 4</b>	A equipe de meio ambiente (Educação Ambiental/Responsabilidade social) ficará com a responsabilidade incentivar a população e apoiar no que for necessário. Realização de reuniões e campanhas de conscientização juntamente com a comunidade.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS5. 5</b>	A equipe de meio ambiente (Educação Ambiental/Responsabilidade social) ficará com a responsabilidade incentivar a criação de associações ligadas ao manejo adequado de resíduos.	Custo estimado no item A7.2		

## **5.6 Programa de Ampliação e/ou Melhorias na Coleta Domiciliar**

Para ampliar e/ou melhorar o serviço de coleta domiciliar convencional é preciso que algumas ações sejam feitas, como apresentadas na TAB 103.

Tabela 103 - Ações para a ampliação/melhoria da coleta domiciliar (Convencional e Seletiva).

<b>RS6 - Programa de ampliação/melhorias na coleta domiciliar</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS01; RS02; RS03</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS6.1</b>	Supervisionar o serviço de coleta domiciliar em relação ao cumprimento dos roteiros definidos e frequência.	Imediato
<b>RS6.2</b>	Acompanhar os serviços através de rastreamento online dos caminhões coletores.	Imediato
<b>RS6.3</b>	Estabelecer um cronograma de rotas de forma que atenda todas as ruas da área urbana e mantenha uma frequência contínua.	Imediato
<b>RS6.4</b>	Implantar os PEV's e ecopontos nos locais de maior demanda nas áreas urbanas e urbanas distantes, sendo a área urbana distante prioritária.	Imediato/Curto
<b>RS6.5</b>	Realizar a coleta convencional domiciliar em toda a área urbana distante.	Médio
<b>RS6.6</b>	Planejar a realização da coleta seletiva em todo o município, através da educação ambiental e demais medidas necessárias.	Curto
<b>RS6.7</b>	Investir em infraestrutura necessária para implantação da coleta seletiva; incentivar a criação de cooperativas e associações através de parcerias.	Médio
<b>RS6.8</b>	Implantar a coleta seletiva em todo o município, tendo inicialmente como principais pontos de apoio os PEV's.	Médio/Longo
<b>RS6.9</b>	Incentivar a participação da população na coleta seletiva através de descontos em taxas aplicadas pelo município, como no IPTU.	Médio
<b>RS6.10</b>	Fazer coleta de dados e de pesquisa com aqueles que utilizam o serviço de coleta domiciliar e limpeza pública quanto à satisfação dos serviços prestados e conforme as necessidades/deficiências definir estratégias contínuas para melhoria.	Imediato
<b>RS6.11</b>	Investir em equipamentos de segurança dos funcionários, como luvas, uniformes e calçados.	Imediato
<b>RS6.12</b>	Realizar a troca periódica dos EPI's	Imediato
<b>RS6.13</b>	Realizar a fiscalização do uso dos EPI's dos funcionários.	Imediato

Tabela 103.1 – Planos de ações para a ampliação/melhoria da coleta domiciliar (Convencional e Seletiva).

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS6. 1</b>	Contratação de mão de obra para fiscalização do cumprimento dos roteiros	Custo estimado no item RS9.2		
<b>RS6. 2</b>	Contratação de profissional capacitado para acompanhar o serviço de rastreamento.	Custo estimado no item RS1.1		
<b>RS6. 3</b>	Utilização de software para otimização das rotas e redução no consumo de combustível, além da contratação de um funcionário para controle das rotas	Custo estimado no item RS1.1		
<b>RS6. 4</b>	Estudo de campo realizado pelos estagiários para verificar as áreas com maior incidência de descarte irregular de resíduos.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS6. 5</b>	Utilização dos dois caminhões caçambas que são disponibilizados pela prefeitura para realização das coletas e contratação de mão de obra para realização dos serviços.	Custo estimado no item RS1.4		
<b>RS6. 6</b>	Campanhas de sensibilização da população com palestras realizadas pela equipe de meio ambiente sobre a importância da coleta seletiva	Custo estimado no item A7.1		

Continua...

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS6. 7</b>	Infraestrutura para coleta seletiva		Galpão para triagem; esteiras de triagem; compactadores; empilhadeiras	
<b>RS6. 8</b>	Sem parâmetro		Sem custo	
<b>RS6. 9</b>	Divulgação pelos principais meios de comunicação da cidade e através das redes sociais		Sem Custo	
<b>RS6. 10</b>	Aplicação de questionários periódicos através de estagiários, para a avaliação dos serviços prestados.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS6. 11</b>	A prefeitura deve direcionar orçamento previsto anual para compra dos equipamentos de proteção individual dos funcionários	Custo estimado do kit EPI segurança completo profissional R\$100,00 por funcionário		
<b>RS6. 12</b>	Contratação de 2 profissionais capacitados (técnicos) na área de segurança do trabalho.	Custo estimado no item RS1.5		
<b>RS6. 13</b>	Contratação de 2 profissionais capacitados (técnicos) na área de segurança do trabalho.	Custo estimado no item RS1.5		

Com o aumento de áreas a serem atendidas pelo serviço de coleta domiciliar é necessário que haja um aumento na frota de veículos utilizados nesse serviço, assim como é preciso que ocorra manutenções periódicas, para se evitar maiores custos e paralisação dos serviços.

A supervisão da eficiência dos serviços realizados pode ser administrada inicialmente pela secretaria de obras, mas é importante ressaltar a importância de criação da secretaria de meio ambiente, para que possa coordenar melhor todas as atividades relacionadas ao saneamento básico municipal e demais atividades relacionadas.

## 5.7 Programa de Melhoria dos Serviços de Limpeza Pública

Os serviços de limpeza pública devem ser elaborados através de uma rotina de trabalho com funcionários específicos para realizar as tarefas as quais são designados. Uma má gestão relacionada a frequência e eficiência dos serviços de varrição, poda, capina, roçada, limpeza de boca-de-lobo, entre outros, é um obstáculo para o planejamento e execução dos serviços de limpeza urbana de maneira crescente e eficaz. Sendo assim, sugere-se as ações de melhoria na limpeza pública, que são apresentadas na TAB. 104. Na TAB. 104.1 estão representados os planos de ação.

Tabela 104- Ações para melhoria dos serviços de limpeza pública.

<b>RS7 – Programa de melhoria dos serviços de limpeza pública</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS04; RS05; RS06; RS08; RS10</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS7.1</b>	Fornecer uniformes e Equipamentos de Proteção Individual – EPIs para os funcionários envolvidos nas atividades de limpeza pública.	Imediato
<b>RS7.2</b>	Realização de levantamento e mapeamentos das áreas passíveis de varrição, capina, roçada, poda, entre outras atividades.	Curto
<b>RS7.3</b>	Organização de um banco de informações sobre os trabalhos realizados, produtividade alcançada e quantidade de resíduos gerados.	Curto
<b>RS7.4</b>	Renovação e manutenção periódica da frota de caminhões da Secretaria de Obras com exclusividade para os serviços de limpeza pública.	Médio
<b>RS7.5</b>	Dar destino adequado dos resíduos coletados pela limpeza pública	Médio

Tabela 104.1 – Planos de ações para melhoria dos serviços de limpeza pública.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS7.1</b>	Providenciar a compra periódica dos equipamentos de proteção individual dos funcionários de limpeza pública	Custo estimado no item RS6.11		
<b>RS7.2</b>	Levantamento de dados através do programa Google Hearch que fornece imagens de satélite e mapas	Download gratuito do programa		
<b>RS7.3</b>	Controle de dados através de planilhas que devem ser alimentadas diariamente pelos estagiários, para levantamento de indicadores mensais	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS7.4</b>	Destinar orçamento para a manutenção periódica da frota de caminhões.	Manutenção anual de veículos R\$1400,00/ veículo.ano		
<b>RS7.5</b>	Criação do Aterro Controlado	Custo variável		
<b>RS7.6</b>	Aquisição de um caminhão basculante e contratação de 3 funcionários (motorista e auxiliar) e realizar divulgação da rota semanal para as comunidades.	Custo estimado de 03 funcionários - 01 motorista (R\$ 1.599,55) e 02 auxiliares de serviços gerais (R\$ 1.265,87) Total R\$ 4.131,29 mensal		
<b>RS7.7</b>	A Prefeitura juntamente com a Pasta de Meio Ambiente, deve buscar o apoio de parcerias com empresas privadas para levantar recursos para instalação dos ecopontos.	Sem custo		
<b>RS7.8</b>	Contratação de mão de obra para fiscalização do descarte adequados dos resíduos.	Custo estimado no item RS9.2		
<b>RS7.9</b>	Criação do Aterro Controlado	Custo variável		

Os resíduos coletados na limpeza pública (varrição, poda, capina, roçada, limpeza de boca-de-lobo), são em sua maioria resíduos orgânicos, que podem ser tratados através da compostagem, de acordo com a viabilidade técnica e econômica de sua implantação no município ou envio para municípios próximos que realizem o tratamento.

No município é muito frequente o descarte de resíduos em lotes vagos, é preciso que após a implantação dos ecopontos e/ou coleta dos resíduos grosseiros haja uma fiscalização eficiente para identificar os responsáveis pelos terrenos e informar a necessidade de que seja realizado o cercamento da área, para impedir que seja utilizada como local de descarte, o que gera transtornos a todos, e informar a população que essa ação será passível de multas tanto aos moradores que realizam esse descarte, como os proprietários dos terrenos sem cerca ou muros.

### 5.8 Programa de Controle dos Resíduos Gerados

A gestão dos resíduos sólidos produzidos pelo município deverá ser otimizada, sendo necessário informações da quantidade e características dos resíduos que são recolhidos, para isso, algumas ações que devem ser realizadas como as da TAB. 105. Na TAB 105.1 os respectivos planos e ação.

Tabela 105 - Ações para o controle dos resíduos gerados no município.

<b>RS8 – Programa de controle dos resíduos gerados</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS14</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS8.1</b>	Fazer o estudo gravimétrico dos resíduos domiciliares.	Anualmente
<b>RS8.2</b>	Análise dos resíduos oriundos da coleta convencional e da coleta seletiva, para verificar o grau de participação da população na separação dos resíduos secos e úmidos em domicílios.	Anualmente
<b>RS8.3</b>	Gerar um banco de dados sobre a quantidade dos resíduos produzidos nos serviços de coleta e limpeza pública, com as segmentações dos resíduos de coleta domiciliar e coleta seletiva; resíduos coletados nos PEV's; resíduos da varrição, capina e roçada; e resíduos dos Ecopontos.	Anualmente



Tabela 105.1 – Planos de ações para o controle dos resíduos gerados no município.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS8.1</b>	Contratação de serviço	Consultoria = R\$10000/estudo		
<b>RS8.2</b>	Elaboração de um levantamento de dados (planilhas) que controlem a porcentagem de resíduos vindos da coleta seletiva.	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS8.3</b>	Planilha de gerenciamento de resíduos sólidos, para controlar a quantidade de resíduos produzidos por cada atividade. A alimentação dos dados deve ser feita semanalmente pelos estagiários	Custo estimado no item A7.1		

A realização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos permite determinar o percentual de cada classe de resíduo com relação ao peso total da amostra, podendo assim caracterizar os resíduos sólidos domiciliares, apresentando indicadores importantes como a quantidade produzida de resíduos passíveis de reciclagem e se ocorre variações significativas de um ano para o outro; e até mesmo determinar a quantidade de matéria orgânica produzida, para futuramente analisar formas de reaproveitamento, como a produção de adubo orgânico. A metodologia a ser utilizada deverá seguir a NBR 10.007 de 2004.

### 5.9 Programa de Gestão dos Resíduos de Construção Civil

É importante ressaltar que os geradores desses resíduos que são os responsáveis pela sua gestão, mas é preciso que o município crie diretrizes que abordem sobre os RCC, já que a disposição inadequada desses resíduos gera

impactos ambientais negativos ao meio ambiente e a sociedade; e quando são dispostos em vias públicas se tornam responsabilidade do município, evidenciando a necessidade de conscientização por parte dos munícipes; e em um segundo momento após a criação de leis, que ocorra a fiscalização e aplicação de multas em caso de não cumprimento.

Esses resíduos podem ser reciclados conforme viabilidade técnica e econômica. As diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil são determinados pela Resolução CONAMA, nº 307 de 2002. As ações para a gestão de resíduos de construção civil estão descritas na TAB 106. Na TAB 106.1 estão descritos os planos de ação.

Tabela 106- Ações para a gestão de resíduos de construção civil.

<b>RS9 – Programa de gestão dos resíduos de construção civil</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS11</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS9.1</b>	O município deverá estabelecer leis referentes aos resíduos de construção civil – RCC, que aborde como deve ser feita a coleta, transporte e destino final.	Imediato
<b>RS9.2</b>	Realizar fiscalização de forma efetiva, e em casos em que haja descumprimento em relação ao descarte desses resíduos, aplicar multas.	Curto
<b>RS9.3</b>	Fiscalizar as empresas que recolhem os RCC, quanto a destinação, para que se evite transtornos maiores.	Curto

Tabela 106.1 – Planos de ações para a gestão de resíduos de construção civil.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS9.1</b>	Elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.			
<b>RS9.2</b>	Contratação de mão de obra para realizar a fiscalização do descarte adequado dos RCC.	Custo estimado de 01 fiscal municipal R\$1.780,55 mensal		
<b>RS9.3</b>	Contratação de mão de obra para realizar a fiscalização do descarte adequado dos RCC.	Custo estimado no item RS9.2		

### 5.10 Programa de Elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS

De acordo com o Art. 20 da Lei nº12.305 de 2010 estão suscetíveis a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) os responsáveis por estabelecimentos de serviços de saúde; empresas da construção civil; serviços públicos de saneamento básico; empresas e terminais de transporte; atividades industriais; mineradoras; estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos ou discordantes dos resíduos domiciliares. Assim, deverá ser realizado um programa tendo em vista a efetivação e fiscalização dos PGRS, de acordo com o que é apresentado na TAB.107. E na TAB 107.1 os respectivos planos de ação.

Tabela 107 - Ações para a Elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

<b>RS10 – Programa para a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS16</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS10.1</b>	Fazer o cadastramento de todos os geradores municipais sujeitos à elaboração do PGRS. Estabelecer a secretaria municipal competente.	Imediato
<b>RS10.2</b>	Fiscalizar a criação e implantação dos PGRS por parte dos geradores, realizando análises de documento e vistorias.	Curto
<b>RS10.3</b>	Determinar que a apresentação do PGRS é obrigatória para a obtenção/renovação de Alvará de Funcionamento e/ou licenças ambientais.	Médio
<b>RS10.4</b>	Os geradores devem criar e executar seu respectivo PGRS.	Curto
<b>RS10.5</b>	Os geradores deverão apresentar o PGRS ao órgão municipal competente para sua análise e aprovação.	Curto

Tabela 107.1 – Planos de ações para a Elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS10.1</b>	Na Pasta de meio Ambiente haverá o profissional capacitado para realização do cadastramento dos geradores	Custo estimado no item RS12.4		
<b>RS10.2</b>	Na Pasta de meio Ambiente haverá o profissional capacitado para realização das vistorias e análises dos documentos	Custo estimado no item RS12.4		
<b>RS10.3</b>	Na Pasta de meio Ambiente haverá o profissional capacitado para fiscalização da entrega e análise dos documentos		Custo estimado no item RS12.4	
<b>RS10.4</b>	Responsabilidade do setor de meio ambiente de cada empresa com relação a elaboração dos próprios PGRS	Custo estimado no item RS12.4		
<b>RS10.5</b>	Os geradores deverão apresentar os PGRS na pasta de meio ambiente	Custo estimado no item RS12.4		

### 5.11 Programa de Logística Reversa

A logística reversa deve ser realizada de forma compartilhada entre os fabricantes; importadores; distribuidores e comerciantes; consumidores e responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. O município pode ter como função ser um facilitador por meio de orientação e vistoria, de acordo com a TAB. 108 e de acordo com TAB 108.1 os planos de ação.

Tabela 108 - Ações para a efetivação da logística reversa obrigatória.

<b>RS11 - Programa de Logística Reversa</b>			
<b>Objetivos relacionados</b>			<b>RS09</b>
<b>RESÍDUOS</b>	<b>AÇÕES</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>Eletroeletrônicos</b>	<b>RS11.1</b>	A Administração do município deverá realizar convênios com empresas do setor.	Curto
<b>Embalagem de agrotóxico</b>	<b>RS11.2</b>	O município deverá realizar a fiscalização dos estabelecimentos que vendem agrotóxicos em relação a efetivação da logística reversa das embalagens.	Imediato
<b>Pilhas, baterias e lâmpadas</b>	<b>RS11.3</b>	O município deverá fazer ações de divulgação da logística reversa. Tendo como foco principal os comerciantes, para que ofereçam pontos de recebimento desses resíduos de forma adequada e os consumidores para que retornem com os resíduos de pilhas, lâmpadas e baterias ao local que efetuaram a compra.	Imediato
<b>Pneus</b>	<b>RS11.4</b>	Realizar convênio com empresa para fazer a coleta e destinação dos pneus. Parceria entre as borracharias para definir o ponto de coleta.	Curto

Tabela 108.1 – Planos de ações para a efetivação da logística reversa obrigatória.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS11.1</b>	Sem parâmetro	Sem Custo		
<b>RS11.2</b>	Contratação de mão de obra para realizar a fiscalização dos estabelecimentos.	Custo estimado no item RS9.2		
<b>RS11.3</b>	Divulgação pelos principais meios de comunicação da cidade (rádio, redes sociais e pelo site da prefeitura)	Sem Custo		
<b>RS11.4</b>	Realização de parcerias entre a prefeitura e empresas privadas	Sem Custo		

O município deverá realizar o cadastro de todas as empresas instaladas no município que tem suas atividades enquadradas na logística reversa, e com base nesse cadastro, estabelecer leis que garantam a implantação da logística reversa e realizar a fiscalização de forma contínua e eficiente. Os comerciantes devem definir a área para armazenar temporariamente os resíduos e a frequência com que esses resíduos retornarão ao ciclo produtivo.

Como o município não realiza a destinação final dos pneus, garantindo uma grande quantidade armazenada, seria vantajoso a parceria com uma empresa que realize a coleta e destinação final desse resíduo, que normalmente apresenta elevada viabilidade técnica e econômica, devido apresentar características importantes para ser utilizados em outros processos produtivos, como na indústria de coprocessamento, artefatos de borrachas, asfalto borracha e laminação.

## 5.12 Programa de Destinação Final dos Resíduos Sólidos

A correta gestão dos resíduos sólidos deve englobar desde o processo de coleta, acondicionamento e transporte até a destinação final. O município de Caetanópolis não possui destinação e tratamento adequado, com isso, é necessário que seja implantado um aterro sanitário e que ocorra a desativação do lixão que existe no município.

Como o município não tem a disponibilidade de uma área para a construção do aterro, visto que é preciso que vários critérios técnicos, sociais e econômicos sejam atendidos, é avaliado que a construção seja realizada onde atualmente é o aterro controlado, já que tem parte da infraestrutura executada, acessibilidade aos caminhões coletores, material para cobertura de solo, vasta extensão territorial, o terreno já foi adquirido pela prefeitura, entre outros fatores. Na TAB. 109 são apresentadas as ações necessárias para a implantação do aterro sanitário. Na TAB. 109.1 estão apresentados os planos de ação.

Tabela 109 - Ações para implantar o aterro sanitário.

<b>RS12 – Programa de implantação do aterro sanitário</b>		
<b>Objetivos relacionados</b>		<b>RS12</b>
<b>AÇÃO</b>		<b>AMPLITUDE</b>
<b>RS12.1</b>	Adquirir recursos financeiros para as obras de infraestrutura e manutenção do aterro, através do PMSB, que se tornou uma exigência da União para envio de recursos.	Médio
<b>RS12.2</b>	Estabelecer parcerias com o setor privado, de forma que as empresas recebam incentivos fiscais, desde que ajudem o Município no investimento da obra.	Curto
<b>RS12.3</b>	Realizar eventos que tenha como finalidade orientar/ informar os funcionários públicos e toda a população sobre a futura instalação do aterro e sua importância.	Curto
<b>RS12.4</b>	Criar a Secretaria do Meio Ambiente ou a Pasta do Meio Ambiente, que realize as ações necessárias que competem ao município para que a implantação ocorra de forma mais rápida possível.	Curto



Tabela 109.1 – Planos de ações para implantar o aterro sanitário.

Objetivos	Parâmetro Utilizado	Amplitude/ Estimativa (R\$)		
		Imediato/Curto	Médio	Longo
<b>RS12.1</b>	Sem parâmetro	Sem custo		
<b>RS12.2</b>	Sem parâmetro	Sem custo		
<b>RS12.3</b>	Realização de eventos informativos pela equipe do Programa de Educação Ambiental para atualizar a população, referente aos temas ambientais	Custo estimado no item A7.1		
<b>RS12.4</b>	Criação da pasta de meio ambiente, através de um corpo técnico responsável por atender as demandas ambientais do município	Custo estimado supervisor de meio ambiente R\$ 4.180,00 e técnico de meio ambiente R\$ 2.060,00 + restante da equipe (custo estimado A7.1)		

As parcerias com o setor privado devem abranger as empresas de exploração e beneficiamento de ardósia, conforme poder financeiro da empresa, uma vez que são atividades bem frequentes no município e que impactam de forma negativa ao meio ambiente, sendo que a maioria dessas empresas não adotam uma conduta de uso consciente dos recursos.

A criação da pasta ou secretaria de meio ambiente é primordial para que todas as atividades relativas ao saneamento básico sejam realizadas de forma mais efetiva e rápida, onde todas as ações propostas nesse PMSB seriam orientadas e designadas por um único setor, podendo se ter um melhor planejamento e fiscalização, para isso seria necessário investir em mão de obra qualificada.

## **5.12 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Os indicadores do serviço de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, conforme TAB 110, permitem um diagnóstico, durante o tempo de realização do PMSB, quanto ao desenvolvimento dos serviços inclusos nesse eixo do saneamento.

Os cálculos e análises desses indicadores de desempenho direcionam para a inserção de programas que estimulam a coleta seletiva, a destinação correta dos resíduos que são gerados, reduzindo assim, os danos ambientais e exigindo uma maior conscientização em relação a estes aspectos, e conseqüentemente, melhorando a saúde pública.

Tabela 110 – Indicadores de desempenho referente ao eixo de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

Nome do Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Lista das Variáveis	Unidade	Limites para Avaliação	Responsável pela Geração e Divulgação
<b>Índice de atendimento da coleta dos resíduos sólidos</b>	Medir o percentual de vias que são atendidas pela coleta dos resíduos sólidos urbanos.	Anual	$[EVA / ET] * 100$	EVA: Extensão das Vias atendidas com Serviços de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos ETV: Extensão total das vias	Porcentagem (%)	Ruim: < 80% Razoável: de 80% a 89% Bom: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal
<b>Índice de tratamento adequado dos resíduos sólidos</b>	Avaliar o percentual de tratamento adequado dos resíduos sólidos.	Anual	$[QRTA / QTRC] * 100$	QRTA: Quantidade de Resíduos Sólidos Coletados e Tratados Adequadamente QTRC: Quantidade Total de Resíduos Sólidos Coletados	Porcentagem (%)	Ruim: < 70% Razoável: de 80% a 89% Bom: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal
<b>Taxa de recuperação de materiais recicláveis</b>	Calcular a taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de resíduos domiciliares e públicos coletados	Semestral	$[QTMR / QTC] * 100$	QTMR: Quantidade Total de Materiais Recuperados QTC: Quantidade Total Coletada	Porcentagem (%)	Ruim: < 20% Razoável: = 21% Bom: de 22% a 45%	Prefeitura Municipal

Continua...

<b>Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares da população urbana</b>	<b>Calcular a taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos em relação à população urbana do município.</b>	<b>Anual</b>	<b>[PAD / PU]* 100</b>	<b>PAD: População Atendida Declarada PU: População Urbana</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Ruim: &lt; 90% Razoável: de 90% a 99% Ideal: 100%</b>	<b>Prefeitura Municipal</b>
<b>Taxa de empregados na coleta de resíduos</b>	Calcular a taxa de empregados incluídos na coleta de resíduos em relação à população urbana do município	Anual	[QTE*1000] / PU	QEC: Quantidade Total de Empregados PU: População Urbana	empregados/1000 hab.	Ruim: < 0,5 empregado. /1000 hab. Razoável: de 0,5 a 0,99 empregado. /1000 hab. Bom: > 1,0 empregado. /1000 hab.	Prefeitura Municipal
<b>Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população atendida com serviço de coleta</b>	Quantificar a massa coletada de resíduos domiciliares e públicos em relação à população atendida com serviço de coleta de resíduos	Anual	QRC / PAD	QRC: Quantidade Total de Resíduos Domiciliares Coletados PAD: População Atendida Declarada	kg/hab./dia	Ruim: < 0,86 kg/hab./dia Razoável: = 0,86 kg/hab./dia Bom: > 0,86 kg/hab./dia	Prefeitura Municipal

Continua...

<b>Taxa de varredores em relação a população</b>	<b>Calcular a quantidade de varredores disponíveis para cada mil habitantes da população.</b>	<b>Anual</b>	<b>[QTV * 1000] / PO</b>	<b>QTV: Quantidade Total de Varredores PO: População</b>	<b>empregados. / 1000 hab.</b>	<b>Ruim: &lt; 1,12 empregado. /1000 hab. Razoável:= 1,12 empregado. /1000 hab. Bom: &gt; 1,12 empregado. /1000 hab.</b>	<b>Prefeitura Municipal</b>
<b>Índice de domicílios atendidos com coleta de resíduos</b>	Estimar o número de domicílios atendidos com coleta de resíduos no município.	Anual	[NDA / NTD] * 100	NDA: Número de Domicílios Atendidos com Serviço de Coleta de Resíduos Sólidos NTD: Número Total de Domicílios no Município	Porcentagem (%)	Ruim: < 90% Razoável: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal
<b>Índice de atendimento do serviço de varrição</b>	Identificar o índice de atendimento do serviço de varrição das vias urbanas do município.	Anual	[EVS / ETV]* 100	EVS: Extensão das Vias Urbanas com Serviços de Varrição ETV: Extensão Total das Vias Urbanas	Porcentagem (%)	Ruim: < 90% Razoável: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal
<b>Índice de domicílios atendidos com coleta seletiva</b>	Identificar o índice de atendimento de domicílios do município com coleta seletiva.	Anual	[NDA / NTD] * 100	NDA: Número de Domicílios Atendidos com Serviço de Coleta Seletiva NTD: Número Total de Domicílios	Porcentagem (%)	Ruim: < 90% Razoável: de 90% a 99% Ideal: 100%	Prefeitura Municipal

Continua...

<b>Índice de destinação adequada dos RCC</b>	<b>Realizar a fiscalização das prestadoras de serviço de coleta e destinação dos resíduos de construção civil</b>	<b>Semestralmente</b>	<b><math>[QSFDA/QTSF]*100</math></b>	<b>QSFDA: Quantidade de Serviços Fiscalizados com Destinação Adequada QTSF: Quantidade Total de Serviços Fiscalizados</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Ruim: &lt;80% Razoável: de 80% a 99% Ideal: 100%</b>	<b>Prefeitura Municipal</b>
<b>Índice de execução das estruturas de apoio a coleta de resíduos</b>	Estruturação dos Pontos de Entrega Voluntária – PEVs e dos ecopontos de resíduos volumosos e de construção civil	Semestral	$[QPI/QPN]/100$	QPI: Quantidade dos pontos de apoio instalados QPN: Quantidade de pontos de apoio necessários	Porcentagem (%)	Ruim: <80% Razoável: de 80% a 89% Ideal: 90% a 100%	Prefeitura Municipal
<b>Índice semanal de limpeza de bocas de lobo de Caetanópolis por Bairro</b>	Realizar limpeza das bocas de lobo periodicamente de maneira que não ocorra o acúmulo de resíduos e obstruções	Semanalmente	$[QBL/QTB]/100$	QBL: Quantidade de Bocas de lobo Limpas QTB: Quantidade Total de Bocas de lobo no bairro	Porcentagem (%)	Ruim: <80% Razoável: de 80% a 89% Ideal: 90% a 100%	Prefeitura Municipal

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação de Normas Técnicas Brasileiras. *NBR 8849 - Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos*. Brasil, 1985.

ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em junho de 2017.

ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. *Ranking ABES da Universalização do Saneamento*. Disponível em: < [http://abes-dn.org.br/pdf/Ranking\\_2019.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/Ranking_2019.pdf) > Acessado em julho de 2019.

ARSAE 2016, Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. Disponível em:<<http://www.arsae.mg.gov.br/>>Acessado em julho de 2019.

ARSAE. *Contrato de Programa Concessão Caetanópolis*. Disponível em: <<http://www.arsae.mg.gov.br>>. Acesso em junho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.157. *Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação*. RJ: Rio de Janeiro. 1987.

BARROS, Regina Mambeli. *Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade*. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. *Caetanópolis, MG*. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. *Ranking – Todo o Brasil (2010)*. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, Compara. *Consultar um município: Caetanópolis*. Disponível em: <<http://comparabrasil.com>> Acesso em abril de 2019.

BRASIL. *Diretrizes nacionais para o saneamento básico – Lei 11.445/07*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445)>. Acesso em maio 2019.

BRASIL. FUNASA 2006. Fundação Nacional de Saúde. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/>> Acessado em julho de 2019.

BRASIL, IBGE. *Cidades e Estados: Caetanópolis*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Manuais Técnicos em Geociências*. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Mapas municipais, 2010*. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br>>. Acesso em maio de 2019.

BRASIL, IBGE. *Produto Interno Bruto dos Municípios: Caetanópolis*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Censo Demográfico 2010: Sinopse dos Resultados*. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Censo Escolar: Sinopse Caetanópolis*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em junho de 2017.

BRASIL, IBGE. *Cidades. Caetanópolis: Censo Agropecuário*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

BRASIL, IBGE. *Cidades. Caetanópolis: Pecuária*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.



BRASIL, IBGE. *Manuais Técnicos em Geociências*. Manual Técnico de Geomorfologia. ed. 2. n. 5. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL, INMET. *Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa, 2016*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em maio de 2019.

BARROS, Regina Mambeli. *Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade*. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL, Lei nº12.727/2012. *Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm)>

BRASIL. Lei nº12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>Acessado em julho de 2019.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12305/2010.

BRASIL, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Desenvolvimento e IDH*. Disponível em: <<http://www.br.undp.org>>. Acesso em maio de 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente e Ministério das Cidades. *Elementos para organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem*. Brasília, 2008.

CANHOLI, Aluísio Pardo. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2005.

>. Acessado em outubro de 2019.

CARVALHO, N. O., 2000, “Assoreamento de Reservatórios – Consequências e Mitigação dos Efeitos”. In: IV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos – IV ENES, ABRH/UFSM, Santa Maria, novembro.

CASTRO, Bruno Almeida Cunha. *Caracterização Geotécnica de Solos da Região Central de Minas Gerais para Aplicação em Obras Rodoviárias*. Tese de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

CEPEA. *Estudo do potencial de geração de energia renovável proveniente dos “aterros sanitários” nas regiões metropolitanas e grandes cidades do Brasil*. São Paulo, 2004.

COPASA. *Abastecimento de água na região do Rio Paraopeba*. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet>>. Acesso em junho de 2017.

CLIMATE-DATA.ORG. *Clima Caetanópolis*. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André (Coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/ CEMPRE, 1998.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero & VILHENA, André. *Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado*. 2º edição. São Paulo, 2000.

DESCUBRA MINAS.COM. *Informações Básicas – Caetanópolis*. Senac Minas, 2019. Disponível em: < <http://www.descubraminas.com.br>>. Acesso em abril de 2019.

DESCUBRA MINAS.COM. *Regiões Culturais – Sanfranciscana Mineira*. Senac Minas, 2019. Disponível em: <http://www.descubraminas.com.br>>. Acesso em abril de 2019.

EFICIENTE, Gestão Pública. *Gestão Pública – Modulo II – 2: Receitas Correntes e de Capital*. Disponível em: <<https://gestaopublicaeficiente.blogspot.com>> Acesso em abril de 2019.

EMBRAPA, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Argissolos Vermelhos*. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em abril de 2019.

EMBRAPA, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Cambissolos*. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em abril de 2019.

ESPACIOS, Revistas. *Consórcios Intermunicipais e a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba*. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com>>. Acesso em abril de 2019.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. *Termo de Referência para Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico*. 2018. Disponível em <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/23919/TR+PMSB+2018+Funasa+WEB.pdf/89aefa32-ee9a-4e96-924d-ad50f98b39c1>>. Acesso em setembro de 2019.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L.de. *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

IAC, Solos do Estado de São Paulo. *Cambissolos*. Disponível em: < <http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

IAC, Solos do Estado de São Paulo. *Latossolos*. Disponível em: < <http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeções da população: Brasil e unidades da federação*. Revisão 2018. v. 40, 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IGAM, 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.

IGAM, Portal dos Comitês. *Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (SF3)*. Disponível em: < <http://comites.igam.mg.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

IGAM, Portal InfoHidro. *Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos*. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais. Disponível em: < <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>>. Acessado em maio de 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4ª edição. Rio de Janeiro, 2005.

MINAS GERAIS, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos*. Minas Gerais, 2010. Disponível em: < <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

MINAS GERAIS, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Rio Paraopeba – SF3*. Disponível em: < <http://comites.igam.mg.gov.br>>. Acesso em abril de 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, *Plano Plurianual-PPA2006-2019, Programa 2068 de saneamento básico*. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/05/PPA\\_2016\\_2019\\_FUNASA.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/05/PPA_2016_2019_FUNASA.pdf)> Acesso em 03 de novembro de 2019.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Saneamento Básico*. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico.html>> Acesso em 03 de novembro de 2019.

MOURA, Anísio; VIRIATO, Airton. *Gestão Hospitalar*. Editora Manole LTDA. São Paulo, 2008.

MUNICÍPIO DE MATOZINHOS. *Plano Municipal de Saneamento Básico Prospectiva e Planejamento Estratégico*. Disponível em: <[file:///C:/Users/luqui/Downloads/Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico-\(PMSB\)-de-Matozinhos%20\(1\)%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/luqui/Downloads/Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico-(PMSB)-de-Matozinhos%20(1)%20(3).pdf)>

NBR 10.004. *Resíduos sólidos – Classificação*. Disponível em: <<http://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>

Planos Municipais de Saneamento Básico elaborados pela DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA.

Plano Municipal de Saneamento Básico, *Produto 4-Programas Projetos e Ações (PPA)-Sete Lagoas-mg.2015*. TAB 3.2-Índice de desempenho do PMSB referentes ao eixo de esgotamento sanitário, pág.56. Disponível em: <[file:///C:/Users/camil/Downloads/plano-municipal-de-saneamento-basico%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/camil/Downloads/plano-municipal-de-saneamento-basico%20(2).pdf)> Acesso em 30 de outubro de 2019.

Plano Municipal de Saneamento Básico, Curvelo-MG, julho de 2015 <<http://amfcorrea.ddns.net/pmAgilNET/PGN/pgnLaiLegP.aspx?id=9115>> Acesso em 31 de outubro de 2019.

Plano Municipal de Saneamento Básico; *Produto H indicadores de desempenho do Plano Municipal de Saneamento Básico de Cristiano Otoni*. Disponível em: <<https://www.cristianootoni.mg.gov.br/assets/file/PRODUTO%20H%20-%20Indicadores%20de%20desempenho%20do%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico.pdf>> Acesso em 03 de novembro de 2019.

Prefeitura Municipal de Caetanópolis, registro de servidor para detalhamento de dados. Disponível em: <<http://lai.memory.com.br/acessar-pessoal>> Acessado em outubro de 2019.

SANEAMENTO, Sistema Nacional de Informações sobre. *Série Histórica*. Disponível em: < <http://app4.cidades.gov.br>> Acessado em abril de 2019.

SAÚDE, Fundação Nacional da. *Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico*. Brasília, 2018.

SAÚDE, Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de. *Hospital Douro Pacífico Mascarenhas*. Caetanópolis, Minas Gerais, 2019.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Receita Orçamentária: conceitos, codificação e classificação*. Coordenação da Administração Financeira - Contadoria Geral do Estado. Disponível em: <<https://portal.fazenda.sp.gov.br/acessoinformacao/Downloads/Webservice/Conceitos%20de%20receitas%20LC%20131.pdf>>

SEDU, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano; IBAM, Instituto Brasileiro de Administração Municipal. *Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2001.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em junho de 2019.

SPERLING, M. V. *Lagoas de estabilização*. 2ª edição. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. Belo Horizonte, 2002.

SPERLING, M. V. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3. ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2005.

SPERLING, M. V. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 4ªed. Belo Horizonte, 2014.

TUCCI, C.M.; PORTO, R.; BARROS, M.T. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre. Editora de UFRGS, 1995.

VAZ, Valéria Borges. *Drenagem Urbana*. Comitê Pardo, 2004. Disponível em:<  
<http://www.comitepardo.com.br>>. Acesso em maio de 2019.