PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE

CARANAÍBA-MG

Ato Convocatório Nº 20/2014

Produto 3 – Diagnóstico Técnico-Participativo dos Serviços de Saneamento Básico

OUT/2015

SUMÁRIO

SUMÁRIO ii
Lista de Figuras vii
Lista de Tabelas ix
Lista de Quadros x
Lista de Anexos xii
Apresentação 13
Equipe Técnica 14
1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES 15
1.1. Glossário 15
1.2. Arcabouço legal diretamente envolvido 17
1.3. Princípios Gerais 19
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO 21
2.1. Caracterização da área de planejamento 21
2.1.1. Localização e acessos *21*
2.1.2. Dinâmica sociocultural *23*
2.1.2.1. Histórico do município 23
2.1.3. Diagnóstico físico ambiental *23*
2.1.3.1. Topografia e geomorfologia 24
2.1.3.2. Hidrografia e hidrogeologia 26
2.1.3.3. Clima 29
2.1.3.4. Cobertura vegetal e unidades de conservação 29
2.2. Caracterização demográfica 32
2.2.1. População *32*
2.2.2. Projeção populacional *34*
2.2.2.1. Metodologia 34
2.2.2.2. Projeções 34
2.3. Características socioeconômicas 36
2.3.1. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade *36*
2.3.2. Economia *37*
2.3.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) *38*
2.3.4. Nível educacional da população *39*

2.4. Indicadores de saúde e saneamento 41
2.5. Infraestrutura urbanística 45
2.5.1. Infraestrutura local 45
2.5.2. Infraestrutura social 46
3. SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E DO MUNICÍPIO 48
3.1. Gerenciamento e manejo de uso dos Recursos Hídricos 48
3.1.1. Política Nacional de Recursos Hídricos 48
3.1.2. Política Estadual de Recursos Hídricos 50
3.1.3. Fhidro 53
3.1.4. Parcelamento do solo urbano e manejo do uso e ocupação do solo 53
3.1.4.1. Lei Federal sobre parcelamento do solo urbano 53
3.1.4.2. Estatuto das Cidades 54
3.2. Arcabouço legal aplicável 56
3.2.1. Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e de Esgotamento Sanitário (SES) 56
3.2.1.1. Federal 56
3.2.1.2. Estadual 58
3.2.2. Sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais 59
3.2.3. Sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 59
3.2.3.1. Federal 60
3.2.3.1.1. Leis e Decretos Federais 60
3.2.3.1.2. Principais Resoluções Nacionais 61
3.2.3.1.3. Normas Técnicas 63
3.2.3.2. Estadual 65
3.2.3.2.1. Leis e Decretos Estaduais 65
3.2.3.2.2. Resoluções SEMAD 65
3.2.3.2.3. Deliberações COPAM 66
3.3. Caracterização institucional dos serviços de saneamento 68
3.3.1. Caracterização institucional do sistema de água e esgoto 69
3.3.2. Caracterização institucional do sistema de drenagem 70
3.3.3. Caracterização institucional do sistema de resíduos sólidos 71

4. SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E DO MUNICÍPIO 72
4.1. Avaliação econômico-financeira dos serviços de saneamento 72
4.1.1. Avaliação econômico-financeira do sistema de água e de esgoto 72
4.1.2. Avaliação econômico-financeira do sistema de drenagem 72
4.1.3. Avaliação econômico-financeira do sistema de resíduos sólidos 72
5. SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO MUNICIPAL 73
5.1. Situação dos serviços de abastecimento de água 74
5.1.1. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços 74
5.1.2. Situação atual do sistema 74
5.1.3. Soluções alternativas empregadas 79
5.1.3.1. Bernardo Correa 79
5.1.3.2. Gruta Monte 79
5.1.3.3. Campinho 79
5.1.3.4. Canavial 79
5.1.3.5. Fernandes 80
5.1.4. Análise de mananciais 80
5.1.5. Estudo de oferta e demanda de água 80
5.1.5.1. Metodologia 80
5.1.5.2. Projeções 81
5.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 83
5.1.6.1. Índice de atendimento urbano de água 84
5.1.6.2. Índice de abastecimento total de água 84
5.1.6.3. Economias atingidas por paralisações 84
5.1.6.4. Duração média das paralisações 85
5.1.6.5. Incidência das análises de cloro residual fora do padrão 85
5.1.6.6. Incidência das análises de turbidez fora do padrão 86
5.1.6.7. Índice de perdas na distribuição 86
5.1.6.8. Consumo médio per capita de água 86
5.1.6.9. Tarifa média de água 87
5.1.6.10. Indicador de desempenho financeiro 87
5.2. Situação dos serviços de esgotamento sanitário 88
5.2.1. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços 88

5.2.2. Situação atual do sistema 88
5.2.3. Soluções alternativas empregadas 90
5.2.4. Análise de corpos receptores 91
5.2.5. Estudo de geração de esgotos 91
5.2.5.1. Metodologia 91
5.2.5.2. Projeções 92
5.2.6. Identificação de fundos de vale 96
5.2.7. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 97
5.2.7.1. Índice de atendimento urbano de esgotos 97
5.2.7.2. Índice de coleta de esgotos 98
5.2.7.3. Índice de tratamento de esgotos 98
5.2.7.4. Tarifa média de esgotos 98
5.3. Situação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais 99
5.3.1. Infraestrutura atual do sistema 101
5.3.1.1. Bocas de Lobo e dissipadores de energia 106
5.3.1.2. Verificação da separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário 108
5.3.1.3. Ocupação de áreas protegidas (APP) 110
5.3.2. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos 111
5.3.2.1. Erosões 112
5.3.2.2. Assoreamento 113
5.3.3. Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações 115
5.3.4. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 119
5.4. Situação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 126
5.4.1. Análise crítica dos planos e programas existentes 126
5.4.2. Descrição e análise do sistema 129
5.4.2.1. Resíduos sólidos urbanos 131
5.4.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais 131
5.4.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana 134
5.4.2.2. Resíduos de responsabilidade do gerador 135
5.4.2.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico 135
5.4.2.2.2. Resíduos Sólidos Industriais 136
5.4.2.2.3. Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde 136

5.4.2.2.4. Resíduos Sólidos da Construção Civil 136
5.4.2.2.5. Resíduos agrossilvopastoris 137
5.4.2.2.6. Resíduos de serviços de transporte 137
5.4.2.2.7. Resíduos de mineração 137
5.4.2.3. Resíduos passíveis de logística reversa 137
5.4.3. Identificação dos passivos ambientais 139
5.4.4. Geração de resíduos 142
5.4.4.1. Resíduos sólidos urbanos 142
5.4.4.2. Resíduos Sólidos Industriais 144
5.4.4.3. Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde 144
5.4.4.4. Resíduos Sólidos da Construção Civil 144
5.4.5. Soluções consorciadas 144
5.4.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores 145
6. RESULTADOS DAS REUNIÕES PÚBLICAS SOBRE O DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO 148
7. BIBLIOGRAFIA 149
BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) 151
8. ANEXOS 156

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização geográfica do município de Caranaíba e municípios limítrofes 22
Figura 2 - Mapa de acessos ao município de Caranaíba 23
Figura 3 - Modelo digital do terreno do município de Caranaíba 25
Figura 4 - Localização de Caranaíba na Macrobacia do rio Doce e na Bacia do rio Piranga 27
Figura 5 - Domínios hidrogeológicos presentes no município de Caranaíba 28
Figura 6 - Características climáticas do município de Caranaíba 29
Figura 7 - Principais fitofisionomias presentes no município de Caranaíba 31
Figura 8 - Pirâmide etária da população de Caranaíba em 2010 33
Figura 9 - Projeção populacional para o município de Caranaíba 35
Figura 10 - Porcentagem dos valores adicionados por setor da economia 38
Figura 11 - IDHM de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010 39
Figura 12 - Mortalidade proporcional da população de Caranaíba em 2009 43
Figura 13 - Organograma do Sistema de Abastecimento de Água e do Sistema de Esgotamento Sanitário de Caranaíba 70
Figura 14 - Organograma municipal de drenagem urbana 70
Figura 15 - Organograma do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Caranaíba 71
Figura 16 - Poço artesiano – abastecimento de água da sede 75
Figura 17 - Painel de controle do poço do Parque 75
Figura 18 - Especificações da bomba do poço do Parque 75
Figura 19 - Captação Superficial 01 76
Figura 20 - Captação Superficial 02 77
Figura 21 - Reservatórios das captações superficiais 78
Figura 22 - Estação de Tratamento de Esgoto inoperante e seu lançamento final 89
Figura 23 - Rompimento da rede na rua Januário Pereira Barbosa 89
Figura 24 - Pedido protocolado de manutenção da rede de esgoto 90
Figura 25 - Fundo de Vale 01 97
Figura 26 - Fundo de Vale 02 97

Figura 27 - Visão aérea de Caranaíba com destaque para os corpos d'água.....102
Figura 28 - Detalhe da ponte a montante 103
Figura 29 - Visão de jusante da ponte 103
Figura 30 - Detalhe da ponte sobre o ribeirão Papagaio 104
Figura 31 - Visão de montante da ponte 104
Figura 32 – Visão de jusante da ponte com sua área inundável 105
Figura 33 - Rua pavimentada 105
Figura 34 - Rede Coletora 106
Figura 35 - Detalhe de via pavimentada sem sarjeta 107
Figura 36 - Boca de lobo colocada em situação não recomendada 108
Figura 37 - Transbordamento da rede de esgoto por águas pluviais 109
Figura 38 - APP ocupada 111
Figura 39 - Erosão em morro de Caranaíba 112
Figura 40 - Córrego afluente do córrego Cachoeira assoreado.....113
Figura 41 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Caranaíba 121
Figura 42 - Placa confeccionada para o programa de coleta seletiva em 2011 127
Figura 43 - Folder educativo confeccionado para o programa de coleta seletiva em 2011 127
Figura 44 - Folder educativo confeccionado para o programa de coleta seletiva em 2011 128
Figura 45 - Terreno baldio onde a população deposita resíduos inadequadamente ...133
Figura 46 - Resíduos espalhados em terreno baldio 133
Figura 47 - Local onde ocorre disposição inadequada de resíduos sólidos 134
Figura 48 - Local inadequado de disposição de pneus a céu aberto.....138
Figura 49 - Pneus armazenados em local coberto no Parque de Exposição. 139
Figura 50 - Área do antigo lixão.....140
Figura 51 - Dados da composição gravimétrica dos RSU do município de Caranaíba.....144
Figura 52 - Pesquisa de satisfação com o saneamento básico na sede de Caranaíba.....148

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características das sub-bacias analisadas 116
Tabela 2 - Simulação hidrológica dos pontos estudados. 117
Tabela 3 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados..... 117
Tabela 4 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Caranaíba..... 118
Tabela 5 - Índices de Áreas Verdes e Áreas Permeáveis para o município de Caranaíba..... 121
Tabela 6 - Sistema de informações hidrológicas - estações localizadas no município de Caranaíba 123
Tabela 7 - Doenças relacionadas à drenagem 124
Tabela 8 - Morbidade por doenças relacionadas à falta de drenagem adequada (SUS 2-15)..... 125
Tabela 9 - Composição dos resíduos sólidos urbanos do município de Caranaíba 143

Lista de Quadros

Quadro 1- Evolução e distribuição da população de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010 32
Quadro 2 - Estrutura etária da população de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010 33
Quadro 3 - Projeção populacional para o município de Caranaíba 34
Quadro 4 - Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade de Caranaíba 36
Quadro 5 - Valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios 37
Quadro 6 - Valores adicionados por setor da economia 38
Quadro 7 - IDHM de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010 39
Quadro 8 - Informações do setor educacional no município de Caranaíba 40
Quadro 9 - Escolaridade da população de 25 anos ou mais em Caranaíba 40
Quadro 10 - Longevidade, Mortalidade e Fecundidade nos anos de 1991, 2000 e 2010 41
Quadro 11 - Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado e por doenças de veiculação hídrica no período de 2000 a 2011, em Caranaíba 42
Quadro 12 - Percentual de internações devido a doenças infecciosas e parasitárias, por faixa etária 42
Quadro 13 - Tipo de saneamento em áreas rurais e urbanas em 2010 43
Quadro 14 - Tipo de abastecimento de água, esgotamento sanitário e destino dos resíduos sólidos 44
Quadro 15 - Características urbanísticas dos domicílios 45
Quadro 16 - Projeção da demanda futura para Caranaíba 82
Quadro 17 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Caranaíba 83
Quadro 18 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Caranaíba 93
Quadro 19 - Evolução da contribuição de infiltração em Caranaíba 94
Quadro 20 - Evolução da vazão sanitária de Caranaíba 95
Quadro 21 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem 100
Quadro 22 - Indicadores de drenagem 126

Quadro 23 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município 146
Quadro 24 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Caranaíba nos anos de 2013 e 2014 146
Quadro 25 - Pesquisa de satisfação com o saneamento básico na sede de Caranaíba 148

Lista de Anexos

Anexo 1 - Ofício SES-MG/SRS BARBACENA/VS nº 10/14-Barbacena.....157

Apresentação

O Instituto BioAtlântica – IBIO-AGB Doce é a entidade dotada de atribuições de Agência de Água, responsável pelo suporte administrativo, técnico e financeiro do Comitê da Bacia do rio Doce, criado pelo Decreto Federal 25 de janeiro de 2002, este último alterado pelo Decreto Federal 1º de setembro de 2010.

Em dezembro de 2014 o IBIO lançou o Ato Convocatório nº 20/2014 para instruir a contratação de empresa especializada na prestação de serviços de elaboração dos *Planos Municipais de Saneamento Básico* (PMSB) dos seguintes municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Doce: São estes:

- Municípios localizados em trecho de montante (nascente) do Rio Doce: Alto Rio Doce, Capela Nova, Caranaíba, Cipotânea, Desterro do Melo e Senhora dos Remédios.
- Municípios localizados em trecho mais a jusante do Rio Doce: Acaiaca, Alvinópolis, Amparo do Serra, Araponga, Bom Jesus do Galho, Diogo de Vasconcelos, Dom Silvério, Piedade de Ponte Nova e Santa Cruz do Escalvado.

Em 27/04/2015 o IBIO-AGB Doce assinou contrato com a empresa SHS – Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. ME, para a elaboração dos PMSBs dos 15 (quinze) municípios anteriormente mencionados.

Equipe Técnica

EQUIPE CHAVE		
NOME	**FORMAÇÃO**	**FUNÇÕES PRINCIPAIS**
Lívia Cristina Holmo Villela	Engª Civil Sênior / Dra. em Eng. Hidráulica e Saneamento	Coordenação geral, consultoria e revisão geral
Sheila Holmo Villela	Dra.. em Ciências da Eng. Ambiental	Supervisão geral
Iveti Ap. Pavão Macedo da Silva	Engª Civil Sênior / Especialista em projetos de saneamento	Responsável pelos setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário
Larissa Nogueira Olmo Margarido	Engª Civil Sênior / Msc. em Eng. Hidráulica e Saneamento	Responsável pelo setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
Swami Marcondes Villela	Eng. Civil Sênior / Livre-docente da Universidade de São Paulo	Responsável pelo setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais
Julieta Bramorski	Bióloga / Dra. em Ciências da Eng. Ambiental	Corresponsável pela supervisão geral e responsável pelos trabalhos de geoprocessamento e trabalhos com imagem de satélite e desenhos urbanos
Darci Pereira	Eng. Civil Pleno / Especialista em projetos de saneamento	Corresponsável pelos setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário
Ana Carolina do Prado Whitaker Medeiros	Bacharel em Comunicação Social – Jornalismo Pós-graduada em Gestão Ambiental	Responsável pelos estudos populacionais e mobilização social
Paula Roberta Velho	Bacharel em Relações Internacionais Msc. em Economia pela Universidade de Londres	Responsável pelos trabalhos na área de economia
Celso Maran de Oliveira	Advogado/ Dr. em Ciências da Eng. Ambiental	Responsável pelos trabalhos na área jurídica
EQUIPE COMPLEMENTAR		
NOME	**FORMAÇÃO**	**FUNÇÕES PRINCIPAIS**
Paloma Fernandes Paulino	Engª Ambiental Pleno Msc. em Eng. Hidráulica e Saneamento	Corresponsável pela concepção do Sistema Municipal de Informações em Saneamento
João Paulo Fretas Alves Pereira	Engenharia Ambiental EESC-USP	Corresponsável pelos Eixos de Água e Esgoto
Matheus Ribeiro Couto	Engenharia Ambiental EESC-USP	Corresponsável pelos Eixos de Água e Esgoto
Tatiane Canali	Engenharia Ambiental EESC-USP	Corresponsável pelo Eixo de Drenagem
Junio da Silva Luiz	Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Corresponsável pelo Eixo de Drenagem
Vítor Catoia	Biologia - UFSCar	Caracterização Geral dos municípios
Daniel Amgarten Simão	Graduando em Engenharia Ambiental EESC-USP	Estagiário em Engenharia Ambiental
Daniela de Freitas Guedes	Graduanda em Engenharia Ambiental EESC-USP	Estagiária em Engenharia Ambiental
Larissa Ayumi Matsui	Graduanda em Engenharia Ambiental EESC-USP	Estagiária em Engenharia Ambiental

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.1. Glossário

APP - Área de Preservação Permanente: áreas que têm a "função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas" (ver definição no Código Florestal - Lei 12651/12).

Áreas de risco: áreas especiais que denotam a existência de risco à vida humana e que necessitam de sistema de drenagem especial, como encostas sujeitas a deslizamentos, áreas inundáveis com proliferação de vetores, áreas sem infraestrutura de saneamento, etc.

Áreas Verdes Urbanas: consideradas pelo Ministério das Cidades (2015) como "o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades. Essas áreas verdes estão presentes numa enorme variedade de situações: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); nos canteiros centrais; nas praças, parques, florestas e unidades de conservação (UC) urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificados". (Fonte: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/8051).

Controle de vetores: é o conjunto de programas cujo objetivo é evitar a proliferação das zoonoses ou das doenças transmitidas ao homem por animais, tais como: raiva, leishmaniose, leptospirose, toxoplasmose, entre outras. São doenças consideradas típicas de áreas rurais, mas que, em função interferência do homem no meio ambiente – manifestada na forma de desmatamentos, acúmulo de lixo, circulação de animais, etc., aumentou sua frequência de ocorrência em zonas urbanas.

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

EE – Estação Elevatória

Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento

e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Macro/mesodrenagem: sistema de drenagem que compreende basicamente os principais canais de veiculação das vazões, recebendo ao longo de seu percurso as contribuições laterais e a rede primária urbana, provenientes da microdrenagem. Considera-se como macro e mesodrenagem os cursos de água, galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 1,20 m de diâmetro e galerias celulares cuja área da seção transversal seja igual ou superior a 1,00 m^2.

Manejo de águas pluviais: conjuntos de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Microdrenagem: sistema de drenagem de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana, que constitui o elo entre os dispositivos de drenagem superficial e os dispositivos de macro e mesodrenagem, coletando e conduzindo as contribuições provenientes das bocas de lobo ou caixas coletoras. Consideram-se como microdrenagem as galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 0,30 m e inferiores a 1,20 m de diâmetro e galerias celulares cuja área da seção transversal seja inferior a 1,00 m^2.

Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade dá início a um curso d'água.

Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB): documento que, segundo a Lei Federal 11.445/07, deve conter, no mínimo: o diagnóstico da situação dos setores de saneamento; o estabelecimento de objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização do acesso aos serviços; programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas; ações para emergências e contingências e mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas. O documento deve ser aprovado por lei municipal.

Saneamento ambiental: qualidade das condições em que vivem populações urbanas e rurais no que diz respeito à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças relacionadas ao meio ambiente, bem como de favorecer o pleno gozo da saúde e o bem-estar.

Saneamento básico: o conjunto de serviços e ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbanos e rurais, compreendendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

Salubridade Ambiental: qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural.

Sistema de Abastecimento de Água potável (SAA): constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

Sistema de Esgotamento Sanitário (SES): constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, afastamento, recalque, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

1.2. Arcabouço legal diretamente envolvido

A Lei nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento Básico), à semelhança da Constituição Federal de 1988 em seus artigos 21 e 23, reconhece implicitamente o Município como titular dos serviços de saneamento básico e determina como obrigatória a todos os municípios da federação a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

O Decreto 7.217 de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei do Saneamento, dispõe em seu Art. 26, § 2º que “a partir do exercício financeiro de 2014, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico.”.

Ainda segundo o decreto, a existência do Plano de Saneamento é uma condição para a validade de contratos que tem por objeto a prestação de serviços públicos de Saneamento Básico e nenhum contrato referente aos Sistemas de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem, ou prorrogação do mesmo, firmado na vigência da Lei do Saneamento, terá validade sem o Plano Municipal de Saneamento Básico.

O Decreto 8.211 de 21 de março de 2014 vem para alterar os art. 26 e 34 do Decreto 7.217/10, que se referem às condições dos municípios para terem acesso a recursos da União. O art. 26 prorroga para "após 31 de dezembro de 2015" a existência do PMSB como condição para acesso a esses recursos e também veda o acesso àqueles titulares de serviços públicos de saneamento básico que não instituírem, por meio de legislação específica, o controle social realizado por órgão colegiado, nos termos do inciso IV do art. 34 do Decreto 7.217/10, "após 31 de dezembro de 2014".

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, (instituída pela Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010), dispõe que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no Plano de Saneamento Básico, desde que apresente o conteúdo descrito no Art. 19 deste instrumento legal.

Revisar periodicamente o Plano Municipal de Saneamento Básico é tarefa que depende de uma agenda permanente de discussão sobre a salubridade ambiental local, o que muitas vezes tem prioridade baixa e acaba sendo preterido pelo gestor local. O acesso à informação, imprescindível para o controle social, também é garantido no art. 26 da Lei nº 11.445/2007).

Os gestores públicos que não atenderem a estas disposições estão sujeitos ao enquadramento por ato de improbidade administrativa. Entretanto, além de simplesmente fazer cumprir os prazos estipulados e se impor sobre a validação da vigência de contratos, é importante ao gestor público entender que o Plano de Saneamento Básico é um instrumento de governo, e não deve ser entendido como mera obrigação legal, mas sim como um orientador da formulação da política local.

A legislação vigente prevê ainda que o Plano Municipal de Saneamento Básico apresente compatibilidade com as disposições do Plano de Bacias em que o município está inserido, neste caso a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

1.3. Princípios Gerais

O conceito de saneamento ambiental possui uma abrangência que historicamente foi construída com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos urbanos, o manejo de águas pluviais urbanas, o controle de vetores de doenças, a disciplina de ocupação e uso do solo, a fim de promover a melhoria das condições de vida urbana e rural.

Dentro desse conceito mais amplo, um recorte cada vez mais utilizado para uma parte do saneamento ambiental é a classificação de Saneamento Básico, que envolve os sistemas e serviços para o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública ou manejo dos resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais.

A lei do Saneamento Básico vem garantir que a prestação destes serviços à população não se dê exclusivamente pela busca da rentabilidade econômica e financeira, mas que leve em consideração o objetivo principal que consiste em garantir a todos os cidadãos o direito ao saneamento básico. Por essa razão, os investimentos não são mais entendidos como uma decisão empresarial, mas como metas de universalização e de integralidade, no sentido de permitir o acesso de todos aos serviços, inclusive daqueles que, por sua baixa renda, não tenham capacidade de pagamento.

A lei, entretanto, não impõe uma estatização ou a privatização do setor, mas apenas cria um ambiente legal a que devem se subordinar todos os prestadores dos serviços de saneamento básico, sejam eles entes públicos estaduais e municipais, ou entidades privadas e de economia mista.

Um PMSB deve procurar atender a princípios fundamentais, tais como:

• Precaução: sempre que existam riscos de efeitos adversos graves ou irreversíveis para o ambiente, em geral, e para os recursos hídricos, em particular, não deverá ser utilizado o argumento de existência de lacunas científicas ou de conhecimentos para justificar o adiamento das medidas eficazes para evitar as degradações ambientais.

• Prevenção: será sempre preferível adotar medidas preventivas, que impeçam a ocorrência de efeitos ambientais adversos ou irreversíveis, do que recorrer, mais tarde, a medidas corretivas desses mesmos efeitos.

• Uso das melhores tecnologias disponíveis: na resolução dos problemas ambientais em geral e dos recursos hídricos, em particular no que diz respeito ao tratamento das águas residuárias, deverão ser adotadas as melhores tecnologias disponíveis.

• Usuário-pagador: este princípio engloba o do poluidor-pagador. Trata-se de uma norma do direito ambiental que consiste em obrigar o poluidor a arcar com os custos da reparação do dano por ele causado ao meio ambiente.

• Competência decisória: as decisões deverão ser tomadas pelos órgãos da administração municipal que estão em melhores condições para fazê-las, em função da natureza dos problemas e das consequências das decisões.

• Solidariedade e coesão municipal: na gestão do sistema de saneamento deverão ser respeitados os princípios da solidariedade e da coesão, não devendo a gestão integrada do sistema de saneamento contribuir para criar ou agravar assimetrias (desigualdades) sociais ou administrativas.

• Transparência e participação: na elaboração do PMS, deverão ser criadas as condições para que os diferentes grupos e setores de usuários (grupos de defesa do ambiente, comunidade científica e o público em geral), por meio das respectivas organizações representativas, possam formular e exprimir as suas opiniões, que deverão ser devidamente consideradas nas decisões a tomar.

Um Plano Municipal de Saneamento Básico deve, ainda, reger-se por alguns objetivos gerais tais como:

• Buscar a melhoria significativa dos níveis quantitativos e qualitativos do atendimento em matéria de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais.

• Estabelecer procedimentos regulares de articulação entre os diversos setores de saneamento para a gestão dos recursos naturais no âmbito do município.

• Buscar a resolução imediata de disfunções ambientais graves ou que envolvam riscos potenciais para a saúde pública.

• Reconhecer a valorização ambiental dos sistemas hídricos.

• Proteger e valorizar os recursos hídricos subterrâneos.

• Aperfeiçoar os sistemas de informação e de capacidade de avaliação e monitoramento dos setores do saneamento básico.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

2.1. Caracterização da área de planejamento

2.1.1. Localização e acessos

O município de Caranaíba localiza-se na região sudeste do estado de Minas Gerais, a uma distância de aproximadamente 142km da capital, Belo Horizonte, na Bacia do rio Doce. Está situado na microrregião de Barbacena e mesorregião do Campo das Vertentes, a 945 metros de altitude em relação ao nível do mar, nas coordenadas geográficas Latitude 20° 51' 6" Sul e Longitude: 43° 44' 11" Oeste (CIDADES-BRASIL, 2015).

Os municípios limítrofes de Caranaíba são: Capela Nova, Santana dos Montes, Cristiano Otoni e Carandaí (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010). A Figura 1 mostra a localização do município no estado e região, assim como dos municípios limítrofes citados.

As principais rodovias de acesso ao município são a federal BR-040 e a estadual MG-275, como pode ser observado na Figura 2 (DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DE MINAS GERAIS - DER-MG, 2015).

Figura 1 - Localização geográfica do município de Caranaíba e municípios limítrofes

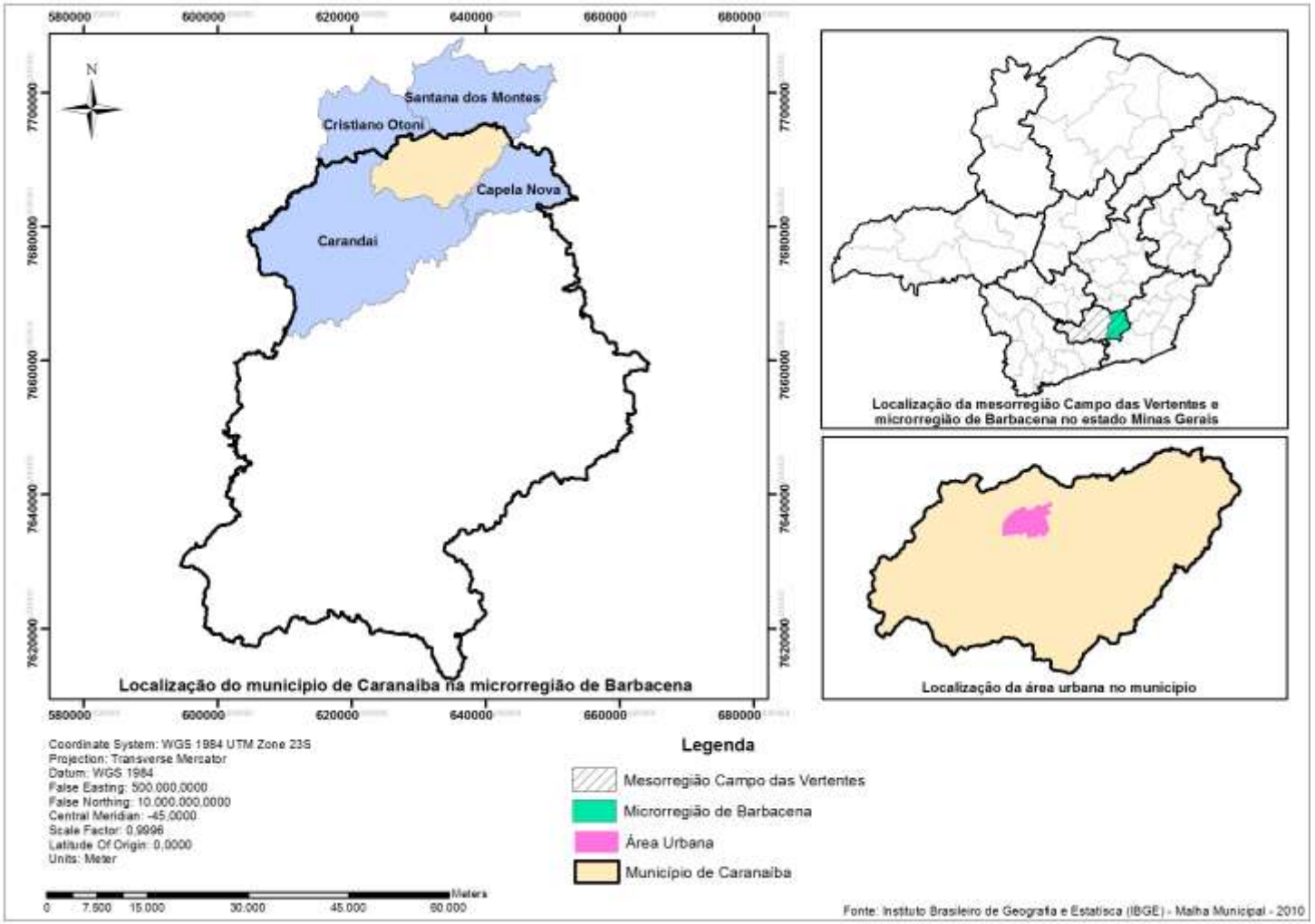
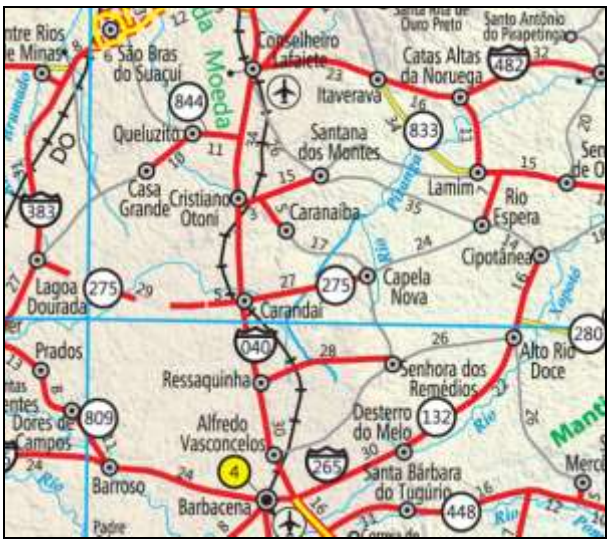


Figura 2 - Mapa de acessos ao município de Caranaíba



Fonte: Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais (DER-MG, 2015)

2.1.2. Dinâmica sociocultural

2.1.2.1. Histórico do município

A povoação da região onde hoje se encontra o município de Caranaíba teve início no início do século XVIII, por integrantes da Bandeira de Fernão Dias Paes Lemes.

A ocupação se intensificou a partir de 1750, com o cultivo das culturas agrícolas e a exploração de ouro no Ribeirão Papagaio. O aglomerado foi se reunindo junto a capela edificada em honra de Nossa Senhora da Glória, em meados de 1739, por provisão de D. Antônio de Guadalupe (Bispo do Rio de Janeiro). Posteriormente foi construído o adro, que é hoje o marco mais fiel desses primórdios tempos.

O Distrito, pertencente à Carandaí, foi criado com a denominação de "Glória", pela Lei Provincial nº 2.944 de 23 de setembro de 1882. Mais tarde, em 1918, o nome foi alterado para "Caranaíba".

A lei nº 2.764, de 30 de dezembro de 1962, eleva o Distrito à categoria de Município, desmembrando-o de Carandaí.

2.1.3. Diagnóstico físico ambiental

O município de Caranaíba insere-se na Bacia Hidrográfica do rio Piranga (DO1). A seguir, é apresentado o diagnóstico físico-ambiental da área compreendida pelo município.

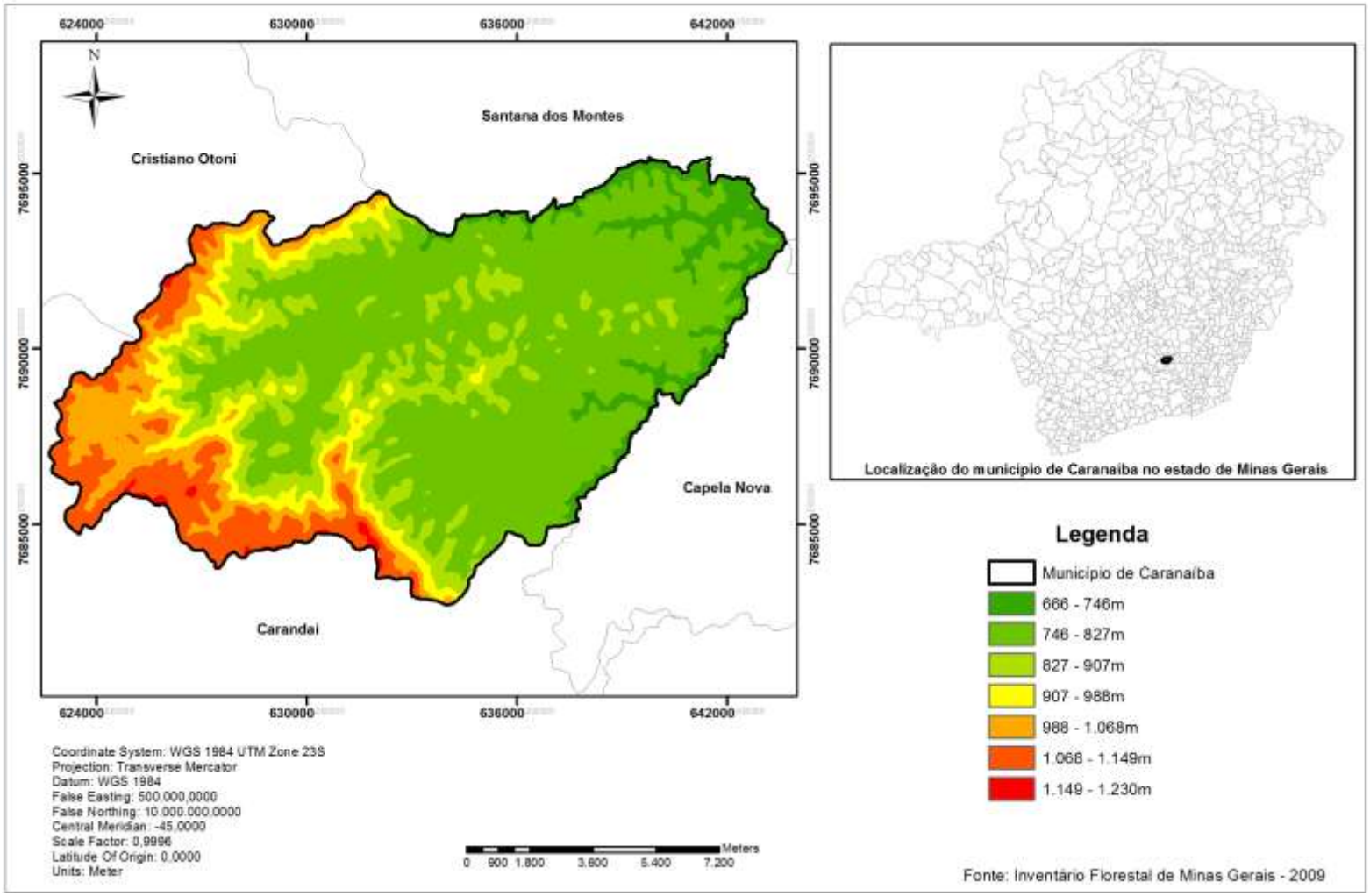
2.1.3.1. Topografia e geomorfologia

A variação de altitude em Caranaíba pode ser verificada na Figura 3, que consiste em um Modelo Digital do Terreno, elaborado a partir de curvas de nível de 50 em 50 metros. As regiões leste e central do território municipal apresentam as áreas de baixas e médias altitudes, com elevações que variam de 666 a 988m. As regiões mais altas encontram-se na porção oeste do município, próximo aos limites com Carandaí e Cristiano Otoni, onde as altitudes variam de 907 a 1.230m (INVENTÁRIO FLORESTAL DE MINAS GERAIS, 2009).

Geomorfologia é a ciência que estuda as formas da superfície da terra e sua evolução. Essas formas da superfície constituem o relevo, que em Minas Gerais, caracteriza-se pela presença de planaltos, depressões e áreas dissecadas, resultado de uma alternância de atuação dos processos morfoclimáticos favoráveis a extensas áreas de aplainamento ou ao entalhamento linear, ou seja, aprofundamento dos cursos d'água (ATLAS DIGITAL DE MINAS GERAIS, 2006).

De acordo com dados do IBGE (2013), o município de Caranaíba insere-se na unidade geomorfológica Planalto Sul Mineiro/Depressão de Belo Horizonte (IBGE, 2013). O Planalto Sul Mineiro localiza-se no extremo sul do Estado e estende-se para norte em direção a Serra da Canastra. As superfícies são mais elevadas em relação aos terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. Nessas formas de relevo, a amplitude varia entre 0 e 50m, e a inclinação de vertentes entre 2 e 5°. Existe predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, geralmente com baixa a moderada suscetibilidade à erosão), com eventual atuação de processos de laterização. O sistema de drenagem apresenta fraco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados (ATLAS DIGITAL DE MINAS GERAIS, 2006). A Depressão de Belo Horizonte caracteriza-se por apresentar um relevo tipificado por espigões, colinas de topo plano a arqueado e encostas policonvexas de declividades variadas, nos flancos dessas feições e nas transições. Entre elas podem ocorrer anfiteatros de encostas côncavas e drenagem convergente, além de nichos resultantes da estabilização de antigas voçorocas (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2015).

Figura 3 - Modelo digital do terreno do município de Caranaíba



2.1.3.2. Hidrografia e hidrogeologia

O município de Caranaíba insere-se na Bacia Hidrográfica do rio Piranga (DO1), a qual integra a Macrobacia do rio Doce. A DO1 apresenta área de 17.571 quilômetros quadrados, e a maior parte localiza-se nas regiões da Zona da Mata e Campos das Vertentes. É composta pelos rios Piranga, do Carmo, Casca e Matipó, além de córregos menores, como os rios do Peixe, Sem Peixe e Sacramento e ribeirões Mombaça, do Turvo e do Belém. O rio Piranga nasce no município de Ressaquinha e percorre 470 quilômetros. Seus principais afluentes são os rios São Bernardo, Xopotó, Turvo Limpo e Oratórios (CBH PIRANGA, 2015).

Os principais cursos d'água que drenam o município Caranaíba são o córrego Cachoeira e o ribeirão Papagaio, que atravessam a sede municipal, como apresenta a Figura 4 (ANA; IBGE, 2010).

Em Caranaíba, a Unidade Estratigráfica é denominada Embasamento Fraturado Indiferenciado e estão presentes os domínios hidrogeológicos Cristalino e Metassedimentos/Metavulcânicas (IBGE, 2013). Tanto o Cristalino quanto os Metassedimentos/Metavulcânicos relacionam-se com o aquífero fissural. Devido à ausência de porosidade natural da rocha, a ocorrência das águas subterrâneas depende de uma porosidade secundária, caracterizada pelas fraturas e fendas, que constituem reservatórios pequenos, aleatórios e descontínuos. Dessa maneira, as vazões alcançadas pelos poços são pequenas e a água, geralmente, é salinizada (CPRM, 2014).

Os litótipos que caracterizam o Domínio Cristalino são basicamente granitóides, gnaisses, migmatitos, básicas e ultrabásicas; enquanto o Domínio Metassedimentos/Metavulcânicas reúne xistos, filitos, metarenitos, metassiltitos, anfibolitos, quartzitos, ardósias, metagrauvacas, metavulcânicas, entre outras (CPRM, 2014). Os domínios hidrogeológicos presentes no município de Caranaíba são apresentados na Figura 5.

escalva

Figura 4 - Localização de Caranaíba na Macrobacia do rio Doce e na Bacia do rio Piranga

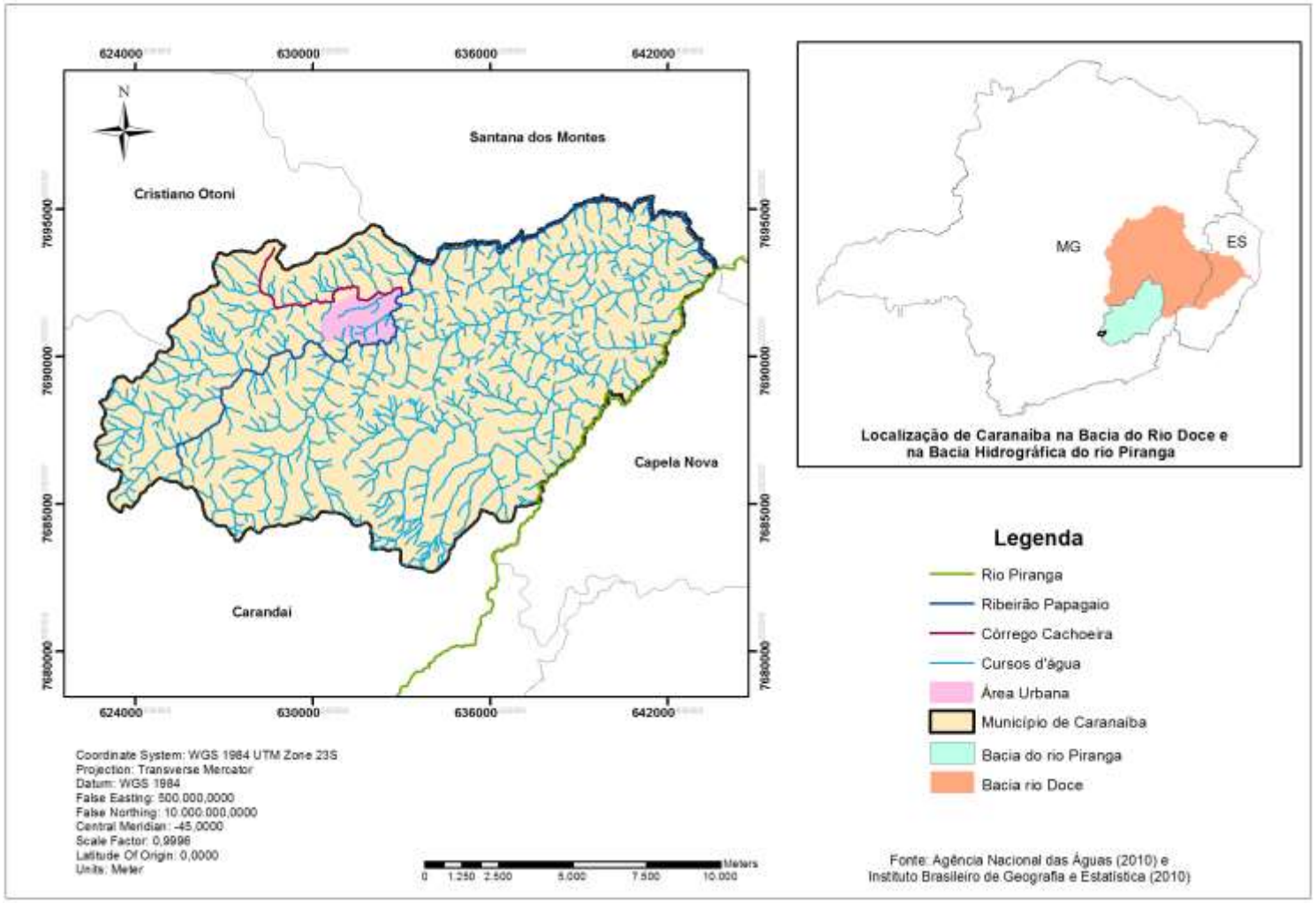
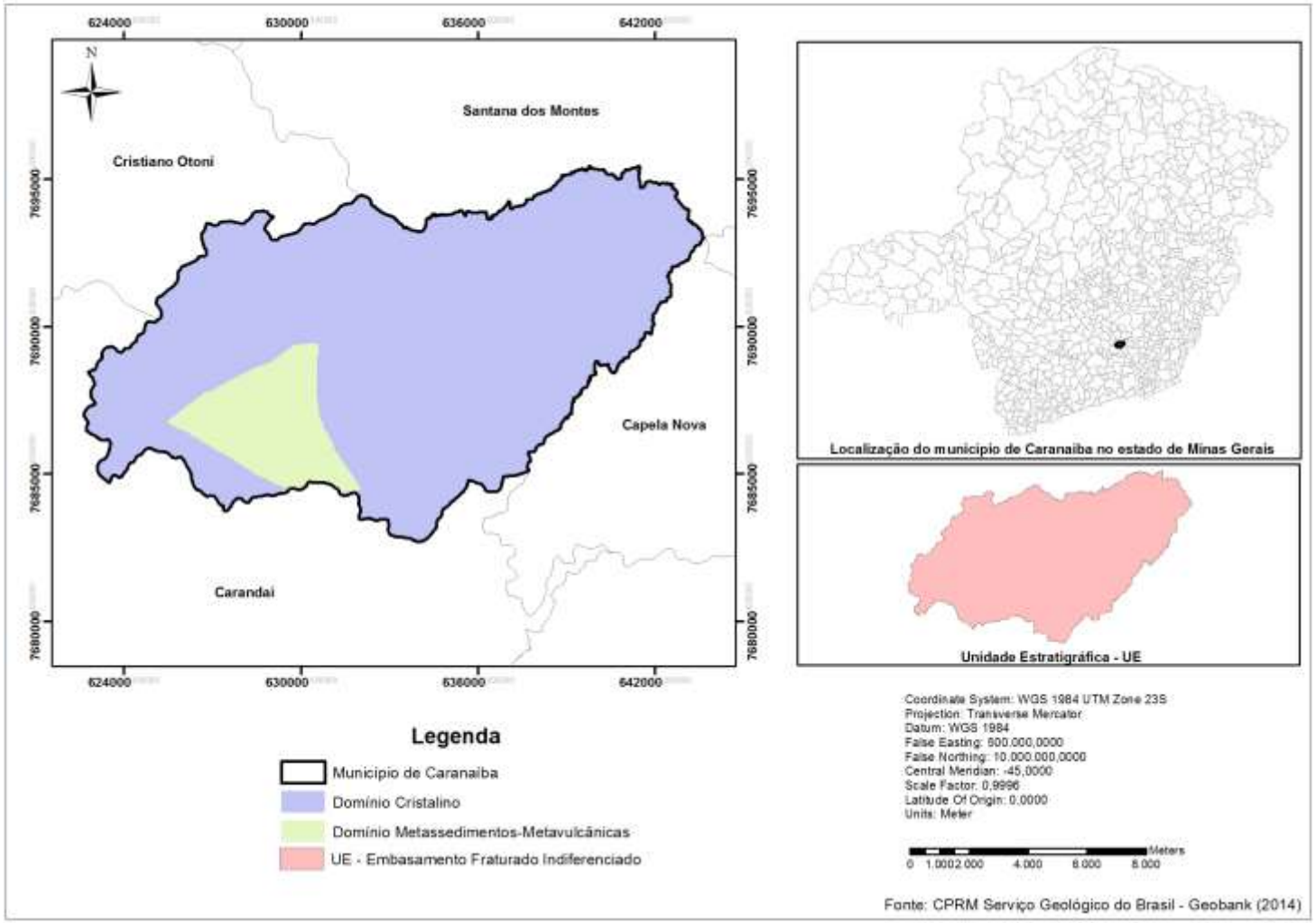


Figura 5 - Domínios hidrogeológicos presentes no município de Caranaíba

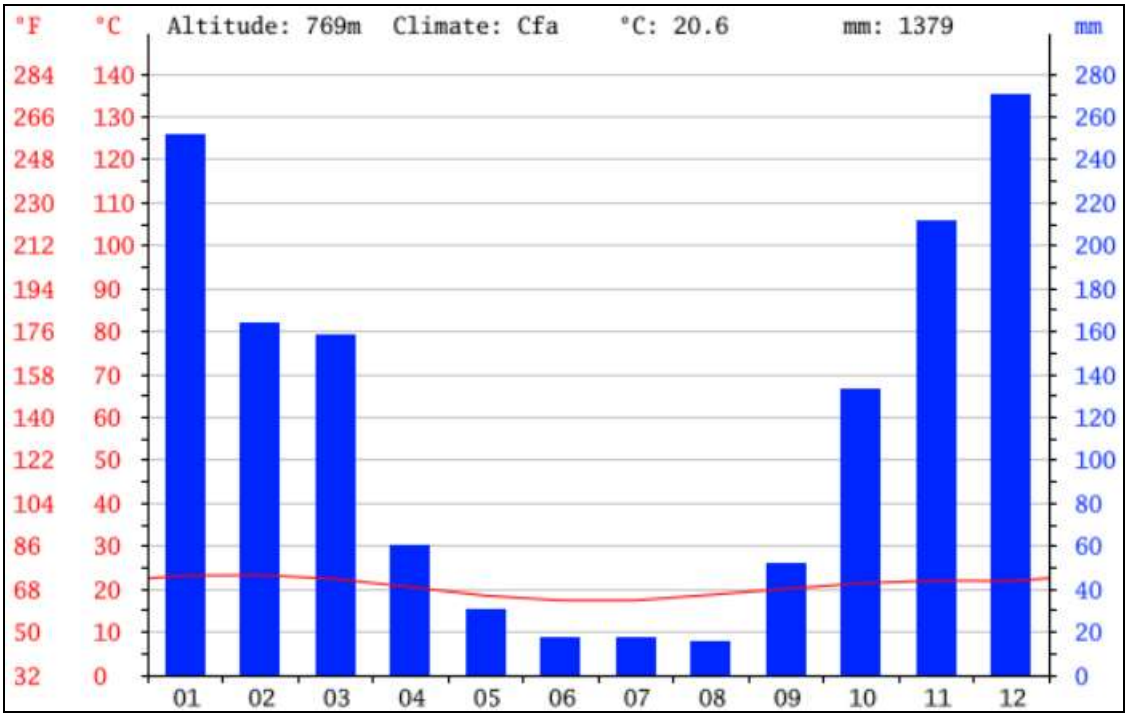


2.1.3.3. Clima

O clima do município de Caranaíba é caracterizado como subtropical com verão quente (Cfa), de acordo com a classificação Köppen. Esse tipo climático é quente e temperado, chuvoso durante todo o ano, até mesmo nos meses mais secos. Os maiores índices pluviométricos são observados no mês de dezembro (270mm), enquanto os menores ocorrem em agosto (15mm) (CLIMATE-DATA, 2015).

A temperatura média anual é de 20,6°C, sendo a máxima equivalente a 23,3°C (média de fevereiro), e a mínima equivalente a 17,4°C (média de junho). A precipitação média anual é de 1379mm. A Figura 6 apresenta as características climáticas do município de Caranaíba (CLIMATE-DATA, 2015).

Figura 6 - Características climáticas do município de Caranaíba



Fonte: Climate-data (2015). Disponível em: http://pt.climate-data.org/location/176534/

2.1.3.4. Cobertura vegetal e unidades de conservação

A vegetação desenvolve-se a partir das características físicas presentes no local, e é imprescindível para bem estar animal e ambiental, além de trazer benefícios estéticos. A arborização contribui para a manutenção do clima, aumento da permeabilidade do solo, proteção dos mananciais, purificação do ar, conforto térmico,

balanço hídrico, redução da velocidade dos ventos e ruídos, entre outros. Além disso, serve como abrigo e alimento para fauna, contribuindo para o equilíbrio ecológico.

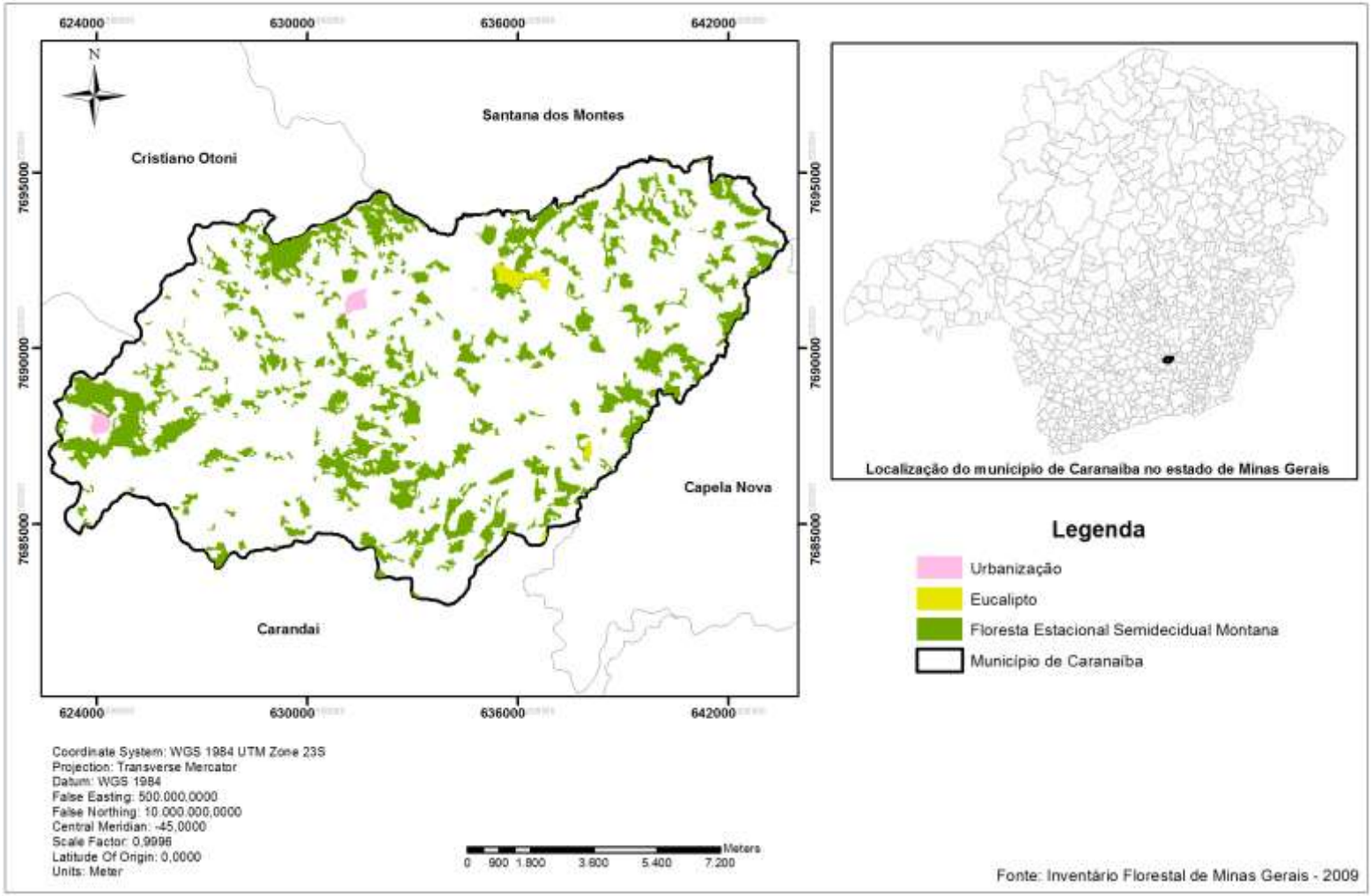
De acordo com o Inventário Florestal de Minas Gerais (2009), o município de Caranaíba insere-se no bioma Mata Atlântica, cujas características variam conforme a localização. Foi constatada a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual Montana, distribuída em muitos fragmentos por todo o território municipal (área total de 38.916.900m^2), além de poucos fragmentos de reflorestamento de eucaliptos (área de 2.949.300m^2).

A Floresta Estacional Semidecidual está condicionada a dupla estacionalidade climática (verão quente/úmido e inverno ameno/seco). Neste tipo de vegetação, a porcentagem de árvores caducifólias, ou seja, que perdem suas folhas em determinada época do ano, está entre 20 e 50%. A formação Montana, que se estabelece acima dos 500m de altitude, é geralmente dominada por espécies do gênero *Anadenanthera* (Angicos) (IBGE, 2012).

A partir do início do século XX, o plantio do eucalipto foi intensificado no Brasil devido aos incentivos fiscais, e estima-se que existam aproximadamente 5 milhões de hectares de florestas de eucalipto (AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2014). Quanto à sua utilização, a madeira pode ser destinada à produção de ripas, vigas, postes, mourões, varas, esteios para minas, mastros, tábuas para embalagens e móveis; e também pode ser usada como carvão vegetal. Das folhas são extraídos óleos que são utilizados na produção de produtos de limpeza e alimentícios, além de perfumes e remédios. A casca possui tanino, que pode ser usado para curtimento do couro; e a fibra é matéria-prima para a fabricação de papel de celulose (CI FLORESTAS, 2015).

Não existe nenhuma Unidade de Conservação no território municipal de Caranaíba e as fitofisionomias presentes são apresentadas na Figura 7.

Figura 7 - Principais fitofisionomias presentes no município de Caranaíba



2.2. Caracterização demográfica

2.2.1. População

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), o município de Caranaíba, com área territorial de 159,95km^2, apresentava densidade demográfica de 20,56hab/km^2 e a população era constituída por 3.288 habitantes, distribuídos da seguinte maneira: 1.677 homens (51,0%) e 1.611(49,0%) mulheres.

Espacialmente, observa-se que, no período entre 1991 e 2010, houve uma leve migração interna da população rural para a área urbana (PNUD, IPEA e FJP, 2013), provavelmente em busca de melhores condições de vida, embora a população rural fosse maior que a urbana. Dessa maneira, em 2010, 2.112 pessoas residiam na zona rural, enquanto 1.176 pessoas ocupavam a área urbana (IBGE, 2010).

Entre os anos de 1991 e 2000, a população de Caranaíba cresceu a uma taxa média anual de 0,05%, passando de 3.478 para 3.288 habitantes, enquanto que, no Brasil, houve um crescimento de 1,63% no mesmo período. Já a taxa de urbanização do município neste período aumentou de 26,24% para 33,81% (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Entre 2000 e 2010, a população decresceu a uma taxa média anual de 0,56%, passando de 6.345 para 6.547 habitantes, enquanto que no Brasil o crescimento foi de 1,17%. Já a taxa de urbanização do município neste período passou de 33,81% para 35,77% (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

O Quadro 1 apresenta a evolução e distribuição da população de Caranaíba de acordo com o gênero e localização espacial.

Quadro 1- Evolução e distribuição da população de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010

Informações	População (hab.) 1991	% do Total 1991	População (hab.) 2000	% do Total 2000	População (hab.) 2010	% do Total 2010
População total	3.461	100,0	3.478	100,0	3.288	100,0
Homens	1.792	51,8	1.807	52,0	1.677	51,0
Mulheres	1.669	48,2	1.671	48,0	1.611	49,0
Urbana	908	26,2	1.176	33,8	1.176	35,8
Rural	2.553	73,8	2.302	66,2	2.112	64,2

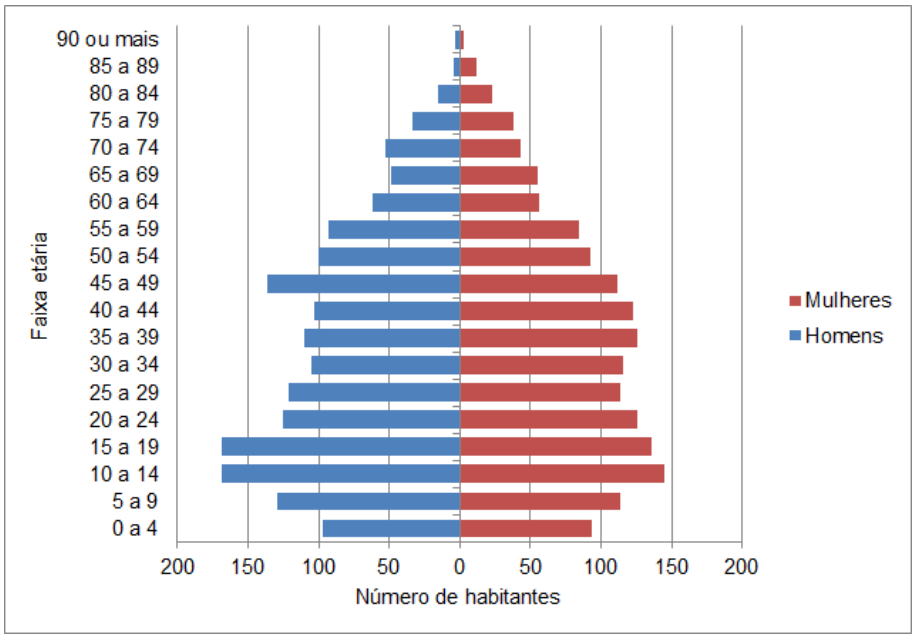
Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2013)

Considerando ambos os gêneros, a pirâmide etária abaixo (Figura 8) mostra que a população de Caranaíba é distribuída nas faixas etárias mais jovens (entre 5 e 49

anos), com predominância de habitantes com idades entre 10 e 19 anos. A partir dos 50 anos de idade, nota-se uma queda populacional gradativa.

A razão de dependência é o percentual da população com idade menor do que 15 anos e maior que 65 anos (dependente) em relação à população com faixa etária de 15 a 64 anos (potencialmente ativa); e taxa de envelhecimento é representada pela razão entre os habitantes com idade igual ou maior do que 65 anos e a população total. No período entre 1991 e 2010, a razão de dependência no município passou de 67,93% para 48,85% e a taxa de envelhecimento, de 5,92% para 10,10%, conforme apresenta o Quadro 2 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Figura 8 - Pirâmide etária da população de Caranaíba em 2010



Fonte: IBGE (2010)

Quadro 2 - Estrutura etária da população de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010

Estrutura Etária	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
Menos de 15 anos (hab.)	1.195	34,5	1.005	28,9	747	22,7
15 a 64 anos (hab.)	2.061	59,6	2.233	64,2	2.209	67,2
65 anos ou mais (hab.)	205	5,9	240	6,9	332	10,1
Razão de dependência (%)	67,9	0,0	55,8	0,0	48,9	0,0
Índice de envelhecimento (%)	5,9	0,0	6,9	0,0	10,1	0,0

Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013)

2.2.2. *Projeção populacional*

2.2.2.1. Metodologia

O estudo demográfico foi realizado utilizando um software do IBGE que aplica a metodologia do sistema RCoortes. Este foi desenvolvido com o objetivo de elaborar as projeções de população para pequenas áreas por sexo e idade. Seguindo a metodologia da Relação de Coortes, têm-se como insumo as seguintes informações:

- População do município, por sexo e idade simples, observada nos dois últimos censos, no caso, ano de 2000 e 2010;
- Uma projeção do Estado na qual pertence o município, por sexo e idade simples;
- A relação de sobrevivência ao nascimento por sexo para o Estado;
- As taxas específicas de fecundidade para o Estado.

A partir desses dados, obteve-se a projeção do município, até o ano de 2036.

2.2.2.2. Projeções

As populações urbana, rural e total projetadas para o município de Caranaíba estão apresentadas no Quadro 3 e graficamente representadas na Figura 9. Vale ressaltar que a população do município estimada pelo IBGE para o ano de 2014 é de 3.330hab.

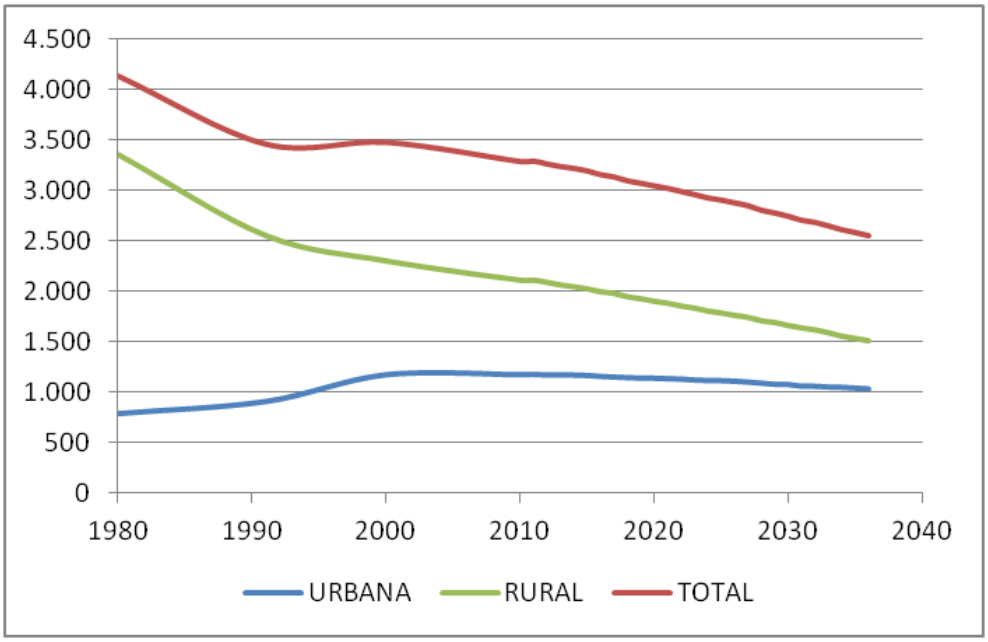
Quadro 3 - Projeção populacional para o município de Caranaíba

Ano	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	População Total (hab.)
1980	787	3.351	4.138
1991	908	2.553	3.461
2000	1.176	2.302	3.478
2010	1.176	2.112	3.288
2011	1.179	2.113	3.292
2012	1.173	2.090	3.263
2013	1.173	2.065	3.238
2014	1.172	2.047	3.219
2015	1.168	2.026	3.194
2016	1.159	1.998	3.157
2017	1.153	1.981	3.134
2018	1.147	1.949	3.096
2019	1.142	1.929	3.071
2020	1.141	1.904	3.045

Ano	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	População Total (hab.)
2021	1.136	1.885	3.021
2022	1.132	1.857	2.989
2023	1.123	1.836	2.959
2024	1.118	1.807	2.925
2025	1.116	1.788	2.904
2026	1.111	1.765	2.876
2027	1.102	1.745	2.847
2028	1.092	1.711	2.803
2029	1.080	1.695	2.775
2030	1.078	1.665	2.743
2031	1.062	1.641	2.703
2032	1.060	1.622	2.682
2033	1.053	1.594	2.647
2034	1.050	1.559	2.609
2035	1.043	1.538	2.581
2036	1.035	1.514	2.549

Fonte: SHS (2015)

Figura 9 - Projeção populacional para o município de Caranaíba



Fonte: SHS (2015)

2.3. Características socioeconômicas

2.3.1. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), ferramenta elaborada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP), no período de 1991 a 2010, a renda per capita média dos habitantes de Caranaíba aumentou 171,27% passando de R$117,92 para R$319,88, o equivalente a uma taxa de crescimento média anual de 5,39%. A proporção de pessoas pobres, com renda domiciliar per capita inferior a R$140,00 (informações de agosto de 2010), passou de 75,09% em 1991, para 53,84%, em 2000, e para 32,43%, em 2010, mostrando significativa melhora na condição econômica da população.

O índice de Gini mede o grau de concentração de renda da população, mostrando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, esse índice varia de 0 a 1, de forma que o valor zero representa a situação de total igualdade (todos têm a mesma renda), e o valor 1 indica que existe completa desigualdade de renda (uma pessoa detém toda a renda em determinada região). No município de Caranaíba, nota-se que houve diminuição na desigualdade do ano de 1991 para 2010, já que o índice passou de 0,45 para 0,43. O Quadro 4 apresenta os indicadores de renda, pobreza e desigualdade nos anos de 1991, 2000 e 2010 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Quadro 4 - Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade de Caranaíba

Indicadores	1991	2000	2010
Renda per capita (em R$)	117,92	208,77	319,88
% de extremamente pobres	42,81	21,66	11,08
% de pobres	75,09	53,84	32,43
Índice de Gini	0,45	0,49	0,43

Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013)

O Quadro 5 apresenta o valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios, que era de R$399,02 na área urbana e de R$354,26 na zona rural (IBGE, 2010). Desta maneira, nota-se que os segmentos sociais da área urbana apresentam melhores condições monetárias. As estimativas desses rendimentos são

importantes, já que podem funcionar como indicadores para verificação das condições da população em custear os serviços de saneamento básico.

Quadro 5 - Valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios

Valor do rendimento médio mensal	Valor (R$)
Urbana	399,02
Rural	354,26
Total Ponderado	370,70

Fonte: IBGE (2010)

2.3.2. Economia

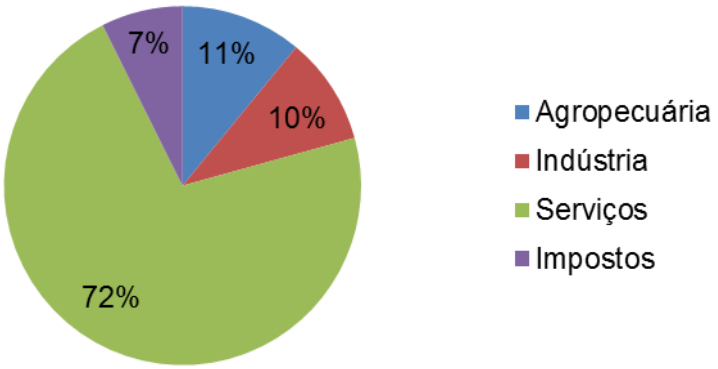
Entre 2000 e 2010, o percentual da população maior de 18 anos economicamente ativa aumentou de 52,96% para 54,22% e a distribuição desses trabalhadores nos setores econômicos era (PNUD, IPEA e FJP, 2013):

- 44,17% no setor agropecuário;
- 0,69% na indústria extrativa;
- 2,07% na indústria de transformação;
- 9,89% no setor de construção;
- 0,59% nos setores de utilidade pública;
- 9,00% no comércio;
- 29,86% no setor de serviços.

Com base nas informações apresentadas acima, nota-se a importância do setor agropecuário para o município de Caranaíba, já que, em 2013, mais de 44% da população economicamente ativa estava ocupada nesse setor. Logo, a agropecuária caracteriza-se como uma vocação econômica genuína do município. As principais atividades econômicas são a criação de aves, bovinos, suínos (IBGE, 2014), além das culturas de café, banana, laranja e uva (IBGE, 2013).

Apesar de a maior parte da população trabalhar no setor agropecuário, o setor de serviços é o que mais adiciona valores ao Produto Interno Bruto (PIB) municipal (72%), como pode ser observado na Figura 10 e no Quadro 6 (IBGE, 2012).

Figura 10 - Porcentagem dos valores adicionados por setor da economia



Fonte: IBGE (2012)

Quadro 6 - Valores adicionados por setor da economia

Setores	Valor adicionado (R$)
Agropecuária	2.450.000,00
Indústria	2.169.000,00
Serviços	16.039.000,00
Impostos	1.649.000,00
PIB	22.307.000,00

Fonte: IBGE (2012)

Em concordância com dados do IBGE (2013), existiam 21 empresas atuantes no município de Caranaíba, que empregavam 239 pessoas com rendimento médio de 1,8 salários mínimos.

O município não mantém avaliações sistemáticas sobre perspectivas de desenvolvimento municipal.

2.3.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) baseia-se em três parâmetros principais, a saber: renda (padrão de vida), educação (acesso à informação) e saúde (longevidade); e tem como objetivo a criação de uma medida geral e sintética a respeito do desenvolvimento humano (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

De acordo com informações do Atlas Brasil (PNUD, IPEA e FJP, 2013), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Caranaíba era 0,634, caracterizado como um Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). O parâmetro que mais contribui para o IDHM do município é a Longevidade, com índice de 0,807, seguida de Renda, com índice de 0,593 e da Educação, com índice de 0,533.

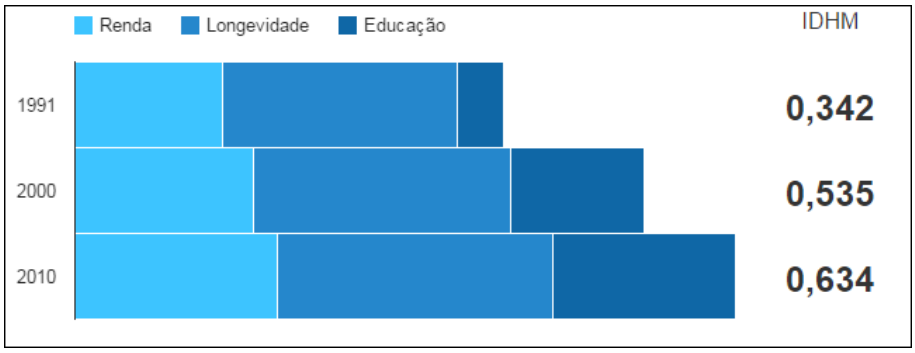
O IDHM de Caranaíba passou de 0,342, em 1991, para 0,535, em 2000, apresentando uma taxa de crescimento de 56,43%. De 2000 a 2010 continuou crescendo a uma taxa menor (18,50%), aumentando de 0,535 para 0,634. O Quadro 7 e a Figura 11 apresentam o IDHM de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Quadro 7 - IDHM de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,1	0,4	0,5
% de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo	9,5	21,4	31,6
% de 5 a 6 anos frequentando a escola	31,0	73,0	93,1
% de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental	24,0	71,3	89,7
% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	7,5	41,4	54,2
% de 18 a 20 anos com ensino médio completo	1,1	23,7	40,2
IDHM Longevidade	0,7	0,8	0,8
Esperança de vida ao nascer (em anos)	66,4	70,2	73,4
IDHM Renda	0,4	0,5	0,6
Renda per capita (em R$)	117,9	208,8	319,9

Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013)

Figura 11 - IDHM de Caranaíba nos anos de 1991, 2000 e 2010



Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013)

2.3.4. Nível educacional da população

A proporção de crianças e jovens frequentando as escolas ou que completaram ciclos escolares compõe o IDHM Educação. Em Caranaíba, no período entre 1991 e 2010, o número de crianças, adolescentes e jovens frequentando as escolas aumentou bastante (PNUD, IPEA e FJP, 2013), e essa evolução no setor educacional pode ser observada no Quadro 8.

Em 2010, 80,06% da população de 6 a 17 anos estavam cursando o ensino básico regular com até dois anos de defasagem idade-série e, com relação aos jovens adultos, de 18 a 24 anos, 1,59% estavam cursando o ensino superior em 2010 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Quadro 8 - Informações do setor educacional no município de Caranaíba

Ano	% de habitantes de 5 a 6 anos na escola	% de habitantes de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	% de habitantes de 15 a 17 anos com fundamental completo	% de habitantes de 18 a 20 anos com médio completo
1991	30,99	23,99	7,47	1,08
2000	73,00	71,25	41,42	23,73
2010	93,12	89,73	54,22	40,15

Fonte: Adaptado de PNUD, IPEA e FJP (2013)

Outro indicador que também compõe o IDHM Educação é a escolaridade da população adulta, ou seja, o percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 21,37% para 31,56% (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Em 2010, considerando-se a população municipal de 25 anos ou mais, conforme apresentado no Quadro 9, 11,5% eram analfabetos (no Brasil, 11,8%), 24,6% (9,5%+12,4%+2,7%) tinham o ensino fundamental completo (no Brasil, 50,8%), 15,1% (12,4%+2,7%) possuíam o ensino médio completo (no Brasil, 35,8%) e 2,7% haviam terminado algum curso superior (no Brasil, 11,3%) (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Quadro 9 - Escolaridade da população de 25 anos ou mais em Caranaíba

Escolaridade da População de 25 anos ou mais					
Ano	**Fundamental incompleto e analfabeto (%)**	**Fundamental incompleto e alfabetizado (%)**	**Fundamental completo e médio incompleto (%)**	**Médio completo e superior incompleto (%)**	**Superior completo (%)**
1991	23,9	68,9	3,8	3,4	0,0
2000	19,1	65,7	6,4	7,2	1,6
2010	**11,5**	**63,9**	**9,5**	**12,4**	**2,7**

Fonte: Adaptado de PNUD; IPEA; FJP (2013)

O indicador “Expectativa de Anos de Estudo” mostra a frequência escolar da população em idade escolar, ou seja, indica o número de anos de estudo que uma criança deverá ter ao atingir 18 anos. No município de Caranaíba, entre 2000 e 2010,

esse indicador passou de 9,38 para 10,08 anos, enquanto que na Unidade da Federação (MG) passou de 9,16 para 9,38 anos (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

2.4. Indicadores de saúde e saneamento

A taxa de mortalidade infantil (mortalidade de crianças com menos de um ano de idade) é um importante indicador das condições sanitárias e socioeconômicas de um município. Em Caranaíba, no ano de 1991, essa taxa era de 34,2 óbitos por mil nascidos vivos; passou para 28,1 em 2000 e 17,8 em 2010. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, valores aceitáveis são abaixo de 10 óbitos para cada mil nascidos vivos (PNUD, IPEA e FJP, 2013) e, portanto, a taxa de mortalidade do município encontra-se acima do limite aceitável.

Outro importante indicador da saúde municipal é a esperança de vida ao nascer, que em Caranaíba, passou de 66,4 anos em 1991 para 73,4 anos em 2010, pouco inferior ao índice nacional, que é de 73,9 anos (PNUD, IPEA e FJP, 2013). O Quadro 10 apresenta essas informações no período em questão.

Quadro 10 - Longevidade, Mortalidade e Fecundidade nos anos de 1991, 2000 e 2010

Indicador	1991	2000	2010
Esperança de vida ao nascer (em anos)	66,4	70,2	73,4
Mortalidade até 1 ano de idade (por mil nascidos vivos)	34,2	28,1	17,8
Mortalidade até 5 anos de idade (por mil nascidos vivos)	44,9	30,8	20,8
Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)	2,7	2,1	1,9

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2013)

De acordo com o Índice Mineiro de Responsabilidade Social, 2013 (IMRS, 2013), no município de Caranaíba, a proporção de internações causadas por saneamento ambiental inadequado manteve-se em uma média de aproximadamente 1,65% ao ano. Provavelmente, isso se deve à falta de coleta e à disposição inadequada dos esgotos, além de utilização e consumo de água de má qualidade. A proporção de internações por doenças de veiculação hídrica apresentou teve incidência de 1,75% ao ano, e nos anos de 2006, 2008 e 2010, foi maior do que aquelas causadas pelo saneamento inadequado. Tal fato está relacionado às doenças transmitidas por mosquitos ou pelo contato da mucosa com a água dos rios, lagos, córregos (dengue, esquistossomose, leptospirose, malária, febre amarela, filariose, entre outras), que estão associadas à ineficácia no controle dos vetores e transmissores das doenças. Fica evidente a necessidade da implantação de um sistema adequado de saneamento básico no

município de Caranaíba. O Quadro 10 apresenta essas informações durante o período de 2000 a 2011.

Quadro 11 - Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado e por doenças de veiculação hídrica no período de 2000 a 2011, em Caranaíba

Ano	Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (%)	Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica (%)
2000	1,59	1,19
2001	2,59	2,59
2002	1,57	1,57
2003	0,46	0,46
2004	0,97	0,28
2005	0,00	0,00
2006	**1,04**	**1,55**
2007	2,59	2,59
2008	**1,13**	**1,69**
2009	2,34	2,34
2010	**3,57**	**4,82**
2011	1,83	1,83

Fonte: IMRS (2013)

De acordo com o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2010), a incidência de internações vinculadas às doenças infecciosas e parasitárias foi predominante em crianças (principalmente na faixa etária de 5 a 9 anos de idade), conforme apresentado no Quadro 12.

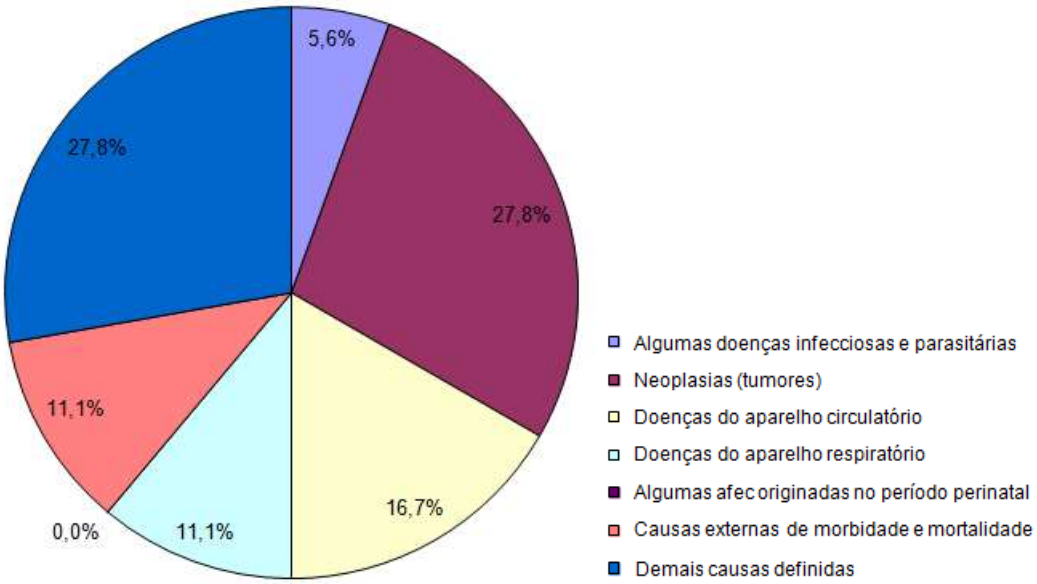
Quadro 12 - Percentual de internações devido a doenças infecciosas e parasitárias, por faixa etária

Percentual de internações por doenças infecciosas e parasitárias	Faixa etária								
	Menos de 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 ou +	Total Ponderado
	0,0	18,2	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9

Fonte: DATASUS (2010)

Uma pesquisa realizada pelo Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), em 2009, mostrou que, do total de óbitos ocorrido, 5,6% estavam relacionados a doenças infecciosas e parasitárias, indicando que pode existir precariedade no setor de saneamento básico e que este precisa ser adequado. A Figura 12 apresenta a mortalidade proporcional considerando todas as faixas etárias.

Figura 12 - Mortalidade proporcional da população de Caranaíba em 2009



Fonte: SIM (2009)

O município de Caranaíba conta apenas com seis médicos, além de fisioterapeuta, fonoaudiólogo, agentes de saúde, enfermeiros, farmacêuticos, entre outros. Possui dois estabelecimentos públicos de Saúde, sendo um PSF (Programa Saúde da Família), que não dispõe de nenhum leito para internação (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES, 2015).

Com relação ao saneamento básico, de acordo com informações do IBGE (2010), nota-se que existe uma divergência muito grande entre os serviços prestados nas zonas rurais e urbanas do município. Em área urbana, 94,6% dos domicílios apresentavam saneamento básico adequado, enquanto que na zona rural, somente 1,7%, como apresenta o Quadro 13. Isso mostra a necessidade da implantação de saneamento básico de qualidade no município, principalmente na zona rural, onde as condições são muito precárias.

Quadro 13 - Tipo de saneamento em áreas rurais e urbanas em 2010

Tipo de Saneamento em 2010	Urbano	Rural
Adequado	94,6%	1,7%
Semi-adequado	5,1%	37,6%
Inadequado	0,3%	60,7%
Total de domicílios atendidos	334	575

Fonte: IBGE (2010)

Quanto ao abastecimento de água, no ano de 2010, verificou-se que a maioria dos domicílios era abastecida por rede geral de distribuição (506) ou por poço ou nascente (304). Com relação ao esgotamento sanitário, notou-se que a maior parte dos domicílios era conectada à rede geral de esgotos (320), mas muitos utilizavam fossa rudimentar (259). No que diz respeito ao destino dos resíduos sólidos domiciliares, observou-se que existia coleta em 413 domicílios, mas na maioria deles (469), os resíduos eram queimados na propriedade (IBGE, 2010) (Quadro 14).

Quadro 14 - Tipo de abastecimento de água, esgotamento sanitário e destino dos resíduos sólidos

Abastecimento de água por domicílio	**Número de domicílios**
Rede geral	506
Poço ou nascente na propriedade	202
Poço ou nascente fora da propriedade	102
Carro-pipa	0
Água da chuva armazenada em cisterna	85
Água da chuva armazenada de outra forma	0
Rio, açude, lago ou igarapé	6
Poço ou nascente na aldeia	0
Poço ou nascente fora da aldeia	0
Outra	8
Total	909
Esgotamento sanitário	**Número de domicílios**
Rede geral de esgoto ou pluvial	320
Fossa séptica	50
Fossa rudimentar	259
Vala	78
Rio, lago ou mar	163
Outro	18
Total	888
Destino dos resíduos sólidos domiciliares	**Número de domicílios**
Coletado por serviço de limpeza	394
Coletado em caçamba	19
Queimado na propriedade	469
Enterrado na propriedade	4
Descartado em terreno baldio ou logradouro	17
Descartado em rio, córrego ou mar	4
Outro destino	2
Total	909

Fonte: IBGE (2010)

2.5. Infraestrutura urbanística

2.5.1. Infraestrutura local

A infraestrutura local engloba o conjunto de serviços e instalações que garantem o bom funcionamento e desenvolvimento de uma comunidade ou sociedade.

De acordo com dados do IBGE (2014), Caranaíba possuía uma frota com 808 veículos, sendo 461 automóveis, 24 caminhões, 12 micro-ônibus, 240 motocicletas, 15 ônibus, entre outros. Existem 1.189 domicílios recenseados, nenhum deles coletivo (asilos, orfanatos, conventos, hotéis, pensões, etc.). Não foi informado o número de agências bancárias existentes no município.

A companhia responsável por distribuir energia elétrica aos domicílios de Caranaíba é a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e, de acordo com dados do Censo 2010, 904 residências eram atendidas pelos serviços prestados pela concessionária, enquanto 5 não eram. Quanto ao abastecimento de água, a Prefeitura Municipal é a responsável pelo serviço.

O entorno das residências é de suma importância para o bem estar e qualidade de vida da população. No município de Caranaíba foram levantadas informações referentes às características urbanísticas do entorno dos domicílios particulares permanentes, em áreas urbanas, levando em consideração a forma de abastecimento de água. Os dados são apresentados no Quadro 15.

Quadro 15 - Características urbanísticas dos domicílios

Características do entorno dos domicílios	Existente	Não existente
Identificação do logradouro	156	149
Iluminação pública	286	19
Pavimentação	277	28
Calçada	235	70
Meio-fio/guia	277	28
Bueiro/boca de lobo	68	237
Rampa para cadeirante	6	299
Arborização	39	266
Esgoto a céu aberto	0	305
Lixo acumulado nos logradouros	0	305

Fonte: IBGE (2010)

O município não possui estudos ou avaliações que possam concluir, com critérios técnicos, as tendências de expansão.

Questões relacionadas à expansão urbana, expectativas de desenvolvimento e diretrizes de uso do solo urbano são usualmente tratadas nos Planos Diretores Municipais. Segundo o Estatuto das Cidades (Lei Federal n° 10.257/01) o Plano Diretor Municipal é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. A elaboração do Plano Diretor é obrigatória para municípios:

I. Com mais de vinte mil habitantes.
II. Integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas.
III. Onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal.
IV. Integrantes de áreas de especial interesse turístico.
V. Inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.
VI. Incluídas no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

De acordo com o Plano Integrado de Recursos Hídricos - PIRH, na bacia hidrográfica do rio Doce existem 34 municípios cuja elaboração do Plano Diretor é obrigatória, por possuírem mais de vinte mil habitantes ou por pertencerem a uma região metropolitana.

Caranaíba não apresenta nenhum desses condicionantes, de forma que a elaboração de seu Plano Diretor não é obrigatória. No entanto, mesmo para os municípios em que o Plano Diretor é opcional, o entendimento do processo de expansão urbana e a caracterização de áreas de interesse social, entre outras regularizações desejáveis, tornam-se inviáveis sem o uso desse importante instrumento de gestão.

2.5.2. Infraestrutura social

O município de Caranaíba possui várias organizações responsáveis pela conscientização da população e manutenção da dinâmica social. Algumas delas estão listadas abaixo:

- Conselhos Municipais de Saúde, Tutelar e de Defesa dos Direitos de Crianças, Adolescentes e Idosos (IMRS, 2013);
- Assistência Social: CRAS - Centro de Referência em Assistência Social;

- 10 centros educacionais públicos: 5 de ensino fundamental, 1 de ensino médio e 4 pré-escolares (IBGE, 2012);
- Igrejas e Paróquias das religiões Católica Apostólica Romana, Evangélica e Espírita (IBGE, 2010);
- 2 estabelecimentos públicos de Saúde, sendo 1 PSF (CNES, 2015);
- 5 entidades sem fins lucrativos (associações, fundações e organizações religiosas) e 3 fundações privadas e associações sem fins lucrativos (IBGE, 2010);

O CRAS é uma entidade sem fins lucrativos, responsável pela organização e oferta de serviços de proteção social básica nas áreas de maior vulnerabilidade e risco social. Conta com uma equipe interdisciplinar, que realiza o trabalho social com as famílias, a fim de fortalecer a função protetiva, prevenir a ruptura de vínculos, promover o acesso aos direitos e contribuir para melhoria na qualidade de vida da população (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME - MDS, 2015).

Não foi possível delimitar os perímetros e as áreas dos distritos, povoados e localidades carentes de infraestrutura em saneamento básico, porque, entre outros motivos, esses locais não apresentam limites oficialmente determinados.

3. SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E DO MUNICÍPIO

3.1. Gerenciamento e manejo de uso dos Recursos Hídricos

3.1.1. Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei nº 9.443, de 8 de janeiro de 1997, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dentre os diversos fundamentos em que se apoia a política, pode-se destacar o princípio da água como recurso limitado, dotado de valor econômico; da gestão dos recursos hídricos baseada no uso múltiplo das águas; e da definição da bacia hidrográfica como a unidade territorial para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A partir desses fundamentos, foram estabelecidos os seguintes objetivos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; utilizar de forma racional e integrada os recursos hídricos, incluindo transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e estabelecer ações de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos hídricos.

Para alcançar os objetivos estipulados, a Política determina uma série de diretrizes, entre elas:

- Gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.
- Adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país.
- Articulação do planejamento de recursos hídricos com os setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional.
- Articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso solo.

Os instrumentos a serem utilizados para cumprir os objetivos, segundo as diretrizes propostas, são:

- Os Planos de Recursos Hídricos.

- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.
- A outorga do direito de uso dos recursos hídricos.
- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
- A compensação a municípios.
- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Dentre os diversos instrumentos, podem-se destacar os Planos de Recursos Hídricos, definidos pela Política como planos diretores que visam fundamentar e orientar a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, e o gerenciamento dos recursos hídricos.

A Lei estabelece que os planos devam ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o país. O município de Caranaíba está inserido no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, e na unidade de Planejamento e gestão dos recursos hídricos Piranga.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce foi criado no ano de 2002 pelo Decreto Federal de 25 de janeiro de 2002, que tem por ementa: “Institui o Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Doce, localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providencias”.

Em 20 de dezembro do mesmo ano, na cidade de Ipatinga, foram empossados seus 55 (cinquenta e cinco) membros titulares e igual número de suplentes, sendo 40% dos segmentos usuários, 20% da sociedade civil e outros 40% do Poder Público, divididos em quatro câmaras técnicas: (1) institucional e legal; (2) de capacitação e informação; (3) sobre gestão de cheias e (4) especial para acompanhamento.

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce foi elaborado no ano de 2010 pelo Consórcio Ecoplan- Lume e foi dividido em três volumes:

Volume I – Diagnóstico e Prognóstico da Bacia do Rio Doce.

Volume II – Metas e Programas de Ação.

Volume III – Diretrizes para gestão da Bacia do Rio Doce.

O Plano de Ação de Recursos hídricos da unidade de planejamento e gestão dos Recursos Hídricos Piranga (PARH Piranga), foi elaborado no mesmo ano pelo mesmo consórcio e apresenta volume único. Esse documento apresenta um diagnóstico sumário da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

(UPGRH) D01, a bacia do Piranga, seguido da apresentação do comitê dessa bacia. Assim, são definidos os objetivos, as metas e as intervenções recomendadas, além dos investimentos previstos. Também são relatadas as conclusões e diretrizes gerais para a implementação do PARH.

Portanto, a gestão dos recursos hídricos do município deve estar de acordo com a Política Estadual de Recursos Hídricos, com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, segundo a legislação do Estado de Minas Gerais, com o Plano da Bacia do Rio Doce e com o PARH Piranga.

Outro importante instrumento é a outorga do direito de uso dos recursos hídricos. Seu objetivo é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos das águas e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Em Minas Gerais, o IGAM – Instituto Mineiro de Águas é responsável pelo processo de outorga, em apoio à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, segundo a Lei Delegada nº 180, de 20 de janeiro de 2011. A autarquia IGAM também é responsável por executar a política estadual de recursos hídricos e de meio ambiente do estado, segundo a Lei Delegada nº 179, de 2001.

3.1.2. Política Estadual de Recursos Hídricos

A Política Estadual dos Recursos Hídricos foi instituída pela Lei 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que também rege o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH. Como princípio norteador, a política visa assegurar o controle, pelos atuais e futuros usuários, do uso da água, considerando a quantidade, qualidade e os regimes satisfatórios para sua utilização.

Durante sua execução deverão ser observados, entre diversos fatores, o direito de acesso de todos aos recursos hídricos, com prioridade para o abastecimento público, manutenção de ecossistemas e a prevenção dos efeitos adversos da poluição, das inundações e da erosão do solo.

Com a lei, fica estabelecido que o Estado deve assegurar os recursos financeiros e institucionais necessários para atender o que dispõe a Constituição do Estado de Minas Gerais em relação à política e ao gerenciamento dos recursos hídricos. Esse auxílio será feito por intermédio do SEGRH – MG, em especial para:

- Programas permanentes de proteção das águas superficiais e subterrâneas contra poluição.

- Ações que garantam o uso múltiplo racional dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de nascentes e ressurgências e das áreas úmidas adjacentes a sua proteção contra a superexploração e contra atos que possam comprometer a perenidade das águas.
- Prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, visando à proteção contra a poluição e o assoreamento dos corpos d'água.
- Defesa contra eventos hidrológicos críticos que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública ou que provoquem prejuízos econômicos e sociais.
- Conscientização da população sobre a necessidade da utilização múltipla e sustentável dos recursos hídricos e da sua proteção.

A Lei prevê que o Estado poderá celebrar convênios de cooperação mútua e de assistência técnica e econômico-financeira com os municípios, para implantação de programas que tenham como objetivos:

- A manutenção do uso sustentável dos recursos hídricos.
- A racionalização do uso múltiplo dos recursos hídricos.
- O controle e a prevenção de inundações e de erosão, especialmente em áreas urbanas.
- A implantação, a conservação e a recuperação da cobertura vegetal, em especial das matas ciliares.
- O zoneamento e a definição de restrições de uso de áreas inundáveis;
- O tratamento de águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos domésticos.
- A implantação de sistemas de alerta e de defesa civil para garantir a segurança e a saúde públicas em eventos hidrológicos adversos.
- A instituição de áreas de proteção e conservação dos recursos hídricos.
- A manutenção da capacidade de infiltração do solo.

Grande parte dos objetivos citados é de extrema importância para a gestão das áreas urbanas, em especial a conservação e recuperação da cobertura vegetal, o controle da ocupação urbana em áreas inundáveis e a garantia da capacidade de infiltração do solo, além da atenção às ocorrências de inundações e erosões e sistemas de alerta e defesa da população em eventos extremos.

Levando em consideração o atual problema de drenagem do município de Caranaíba, a Lei representa um incentivo para adoção de programas que visem equacioná-los, podendo inclusive contar com assistência do Estado de Minas Gerais.

Dentre os instrumentos previstos na Política, podem-se destacar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos, aprovado pelo CERH – MG, deverá conter a divisão hidrográfica do estado, os objetivos a serem alcançados, as diretrizes e os critérios para o gerenciamento dos recursos hídricos, os programas de desenvolvimento institucional, tecnológico e gerencial, de valorização profissional e de comunicação social, no campo de recursos hídricos.

Os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas são responsáveis pelo planejamento de recursos hídricos para cada bacia hidrográfica e tem por finalidade fundamentar e orientar a implantação de diversos programas e projetos. Os Planos deverão apresentar, no mínimo:

- Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.
- Análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificação dos padrões de ocupação do solo.
- Balanço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de potenciais conflitos.
- Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.
- Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento de metas previstas, com estimativas de custo.
- Prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos.
- Diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
- Proposta para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos.

A Política Estadual dos Recursos Hídricos também prevê a criação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, que fará a coleta, tratamento,

armazenamento, recuperação e divulgação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Todos esses dados serão organizados pelo Sistema Estadual de forma compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

3.1.3. Fhidro

O Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimentos Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – Fhidro é instituído pela Lei Estadual nº 15.910/2005. O principal objetivo do Fundo é dar suporte financeiro a programas e projetos que promovam a racionalização do uso e melhoria dos recursos hídricos, quanto aos aspectos qualitativos e quantitativos, inclusive os ligados à prevenção de inundações e controle da erosão do solo, em consonância com as Leis Federais 6.938/181 e 9.433/1997, e com a Lei Estadual 13.199/ 1999.

Os recursos do fundo são provenientes das mais diversas fontes, entre elas os recursos do Estado de Minas Gerais, a título de compensação financeira por áreas inundáveis por reservatórios para geração de energia elétrica, que corresponde a 50% dos recursos.

3.1.4. Parcelamento do solo urbano e manejo do uso e ocupação do solo

3.1.4.1. Lei Federal sobre parcelamento do solo urbano

No âmbito federal, o parcelamento do solo urbano é regido pela Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, dando a possibilidade aos estados e municípios estabelecerem lei complementares a ela.

O parcelamento do solo poderá ser feito mediante loteamento, definido como a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação de vias existentes.

A Lei Nacional do Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.445, de 2007, regulamenta a infraestrutura básica obrigatória em loteamentos, a saber: equipamentos urbanos de escoamento de água pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

No caso das áreas urbanas declaradas como zonas habitacionais de interesse social, deverão constar no loteamento, no mínimo: vias de circulação, escoamento das águas pluviais, rede de abastecimento de água potável e soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar.

Segundo a lei, só serão permitidos os parcelamentos do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, quando definidas pelo plano diretor ou aprovadas pela lei municipal, sendo impedido o parcelamento nos seguintes casos:

- Em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas.
- Em terrenos que tenham sido aterrados com materiais nocivos à saúde pública, sem que sejam previamente sanados.
- Em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes.
- Em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até sua correção.

Dentre os requisitos urbanísticos para loteamento, pode-se destacar a exigência de áreas destinadas a sistemas de circulação e implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como espaço livre de uso público. As dimensões dessas áreas serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.

Ficará a cargo do município, definir as zonas que o dividem, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que devem observar as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento.

Por fim, a Lei prevê que todas as alterações de uso e ocupação do solo rural para fins urbanos dependerão de prévia audiência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Órgão Metropolitano, se houver, e da aprovação da prefeitura municipal, segundo as exigências da legislação pertinente.

3.1.4.2. Estatuto das Cidades

O Estatuto das Cidades, estabelecido pela Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, estabelece as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da

propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

O principal objetivo do Estatuto é ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, de acordo com diversas diretrizes, destacando-se:

- Garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento básico, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para a presente e futuras gerações.
- Gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
- Planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.
- Ordenação e controle do uso do solo urbano, de forma a evitar:
    - a utilização inadequada dos imóveis urbanos;
    - a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
    - o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana;
    - a deterioração das áreas urbanizadas;
    - a poluição e a degradação ambiental;
    - a exposição da população a riscos de desastres.
- Proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.
- Regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais.

- Simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e o aumento da oferta dos lotes e unidades habitacionais.

Em relação ao planejamento municipal, a Lei destaca diversos instrumentos, entre eles o Plano Diretor, que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo, o zoneamento ambiental, a instituição de unidades de conservação e de zonas especiais de interesse social.

O Plano Diretor, como importante instrumento do Estatuto, visa garantir o cumprimento da função social da propriedade urbana, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas.

As leis federais que regulamentam o parcelamento, o uso e ocupação do solo promovem uma descentralização do poder, deixando a cargo do município as políticas de uso e ocupação do solo urbano. Nas leis citadas, pode-se destacar a atribuição do Plano Diretor Municipal, definido como o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

O Estatuto da Cidade exige a elaboração do Plano Diretor para municípios cuja população ultrapassa vinte mil habitantes.

3.2. Arcabouço legal aplicável

3.2.1. Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e de Esgotamento Sanitário (SES)

3.2.1.1. Federal

Neste item são apresentadas algumas leis, decretos e normas no âmbito federal que se aplicam ao SAA e ao SES:

- Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto das Cidades): define o acesso aos serviços de saneamento básico como um dos componentes do direito à cidade sustentável garantido aos cidadãos através do reconhecimento da função social das cidades.
- Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007/regulamentada pelo Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010: estabelece as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico, reconhecendo implicitamente, à semelhança da Constituição Federal de

1988 em seus artigos 21 e 23, o município como titular dos serviços de saneamento básico.

- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010 em seu art. 26, § 2º: dispõe que "a partir do exercício financeiro de 2014, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico".
- Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011: dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- Resolução CONAMA nº 357/2005: "dispõe sobre a classificação dos corpos d'agua e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.". - Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 - Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009.
- Resolução CONAMA Nº 375/2006: "define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências". - Data da legislação: 29/08/2006 - Publicação DOU nº 167, de 30/08/2006, pág. 141-146 - Retificada pela Resolução nº 380, de 2006.
- ABNT NBR 7665 - Sistemas para adução e distribuição de água.
- ABNT NBR 15183:2013 Ensaios não destrutivos — Estanqueidade para saneamento básico — Procedimento para tubulações pressurizadas
- ABNT NBR 11176:2013 Sulfato de alumínio para aplicação em saneamento básico — Especificação técnica, amostragem e métodos de ensaios.

- ABNT NBR 7968:1983 Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores – Padronização.
- ABNT NBR 15536-3:2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV).
- ABNT NBR 15538:2014 Medidores de água potável — Ensaios para avaliação de eficiência.
- ABNT NBR 15784:2014 Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano — Efeitos à saúde — Requisitos
- ABNT NBR 8194:2013 Medidores de água potável — Padronização
- ABNT NBR 15515-3:2013 Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea
- ABNT NBR ISO 24511:2012 Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto — Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de esgoto e para a avaliação dos serviços de esgoto
- ABNT NBR ISO 24512:2012 Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto — Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável
- ABNT NBR 15515-1:2007 Errata 1:2011 Passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 1: Avaliação preliminar
- ABNT NBR 15515-2:2011 Passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 2: Investigação confirmatória
- ABNT NBR 12209:2011 Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.

3.2.1.2. Estadual

São apresentadas algumas leis e decretos no âmbito estadual que se aplicam ao SAA e ao SES:

- Decreto 45137, de 16-07-2009. Cria o Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento - SEIS, e dá outras providências.

- Decreto 45864, de 29-12-2011. Regulamenta o Programa Social Saneamento Básico Mais Saúde para Todos.
- Decreto 45871, de 30-12-2011. Contém o Regulamento da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado.
- Decreto 46192, de 21-03-2013. Institui o Núcleo Estadual de Gestão do Programa Água Doce no âmbito do Estado de Minas Gerais
- Lei 15910, de 21-12-2005. Dispõe sobre o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – Fhidro, criado pela Lei nº 13.194, de 29 de janeiro de 1999, e dá outras providências.
- Lei 18309, de 03-08-2009. Estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, cria a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento.
- Lei 21015, de 18-12-2013. Dispõe sobre a concessão do selo verde de qualidade e eficiência no controle e tratamento do esgotamento sanitário.

3.2.2. Sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

O sistema de drenagem urbana e o manejo de águas pluviais devem estar de acordo com as políticas, planos e projetos referentes ao manejo de recursos hídricos, tanto no âmbito nacional como no estadual. Esses instrumentos têm como objetivo geral buscar a conservação dos corpos d'água, evitar a escassez hídrica e garantir os usos múltiplos da água.

É importante salientar também que o crescimento urbano sem planejamento tem provocado impactos significantes, entre eles o aumento da frequência e do nível de enchentes (Tucci, 2005). Portanto, as ações relacionadas ao planejamento urbano e controle do uso e ocupação do solo também são fundamentais para garantir um sistema de drenagem eficiente.

Desta maneira, o presente plano apresenta uma análise dos principais aspectos dos planos, projetos e políticas relacionados à drenagem urbana, abordando tanto o gerenciamento e manejo de uso dos recursos hídricos, como o parcelamento do solo urbano e seu manejo de uso e ocupação.

3.2.3. Sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

O arcabouço legal abaixo é um instrumento essencial para definir os direitos e as obrigações do setor público e privado e da sociedade civil sobre a limpeza urbana e o gerenciamento de resíduos sólidos, em esfera federal, estadual e municipal.

3.2.3.1. Federal

3.2.3.1.1. Leis e Decretos Federais

- Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.
- Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007.
- Lei 11.445, datada de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
- Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.082, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

- Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Alterada pela Lei nº 9.974, de 06.06.00.

3.2.3.1.2. Principais Resoluções Nacionais

- Resolução CONAMA nº 448 de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 8º. 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 do CONAMA, alterando critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Resolução CONAMA nº 431 de 24 de maio de 2011. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
- Resolução CONAMA nº 424, de 23 de abril de 2010. Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução CONAMA nº 401/08.
- Resolução CONAMA nº 416, de 01 de outubro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Revoga as Resoluções nº 258/99 e nº 301/02.
- Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
- Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Revoga a Resolução CONAMA nº 257/99 e foi alterada pela Resolução nº 424/10.
- Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006. Altera o art. 18 da Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002.

- Resolução CONAMA nº 380, de 31 de outubro de 2006. Retifica a Resolução CONAMA nº 375/06 – Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Retificada pela Resolução CONAMA nº 380/06.
- Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA nº 334, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
- Resolução CONAMA nº 313, de 22 de novembro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos.
- Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Alterada pela Resolução CONAMA nº 386/06.
- Resolução CONAMA nº 307, de 17 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas resoluções CONAMA 348/04, 431/11 e 448/12.
- Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

- Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.
- Resolução CONAMA nº 264, de 26 de agosto de 1999. Estabelece diretrizes para o licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
- Resolução CONAMA nº 05, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução CONAMA nº 358/05.
- Resolução CONAMA nº 06, de 19 de setembro de 1991. Dispõe sobre tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
- Resolução CONAMA 002, de 22 de agosto de 1991. Dispõe sobre o tratamento a ser dado às cargas deterioradas, contaminadas ou fora de especificações.
- Resolução CONAMA nº 1A, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre o transporte de produtos perigosos em território nacional.

3.2.3.1.3. Normas Técnicas

- ABNT NBR 14652:2013 – Implementos rodoviários — Coletor-transportador de resíduos de serviços de saúde — Requisitos de construção e inspeção.
- ABNT NBR 12807:2013 – Resíduos de serviços de saúde — Terminologia.
- ABNT NBR 12809:2013 – Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.
- ABNT NBR 16156:2013 – Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa.
- ABNT NBR 16725:2011 – Resíduo químico — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem.

- ABNT NBR 15849:2010 – Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
- ABNT NBR 13221:2010 – Transporte terrestre de resíduos.
- ABNT NBR 13842:2008 – Artigos têxteis hospitalares – Determinação de pureza (resíduos de incineração, corantes corretivos, substâncias gordurosas e de substâncias solúveis em água).
- ABNT NBR 13230:2008 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia.
- ABNT NBR 13227:2006 – Agrotóxicos e afins - Determinação de resíduo não volátil.
- ABNT NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.
- ABNT NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- ABNT NBR 10004:2004 da ABNT – Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.
- ABNT NBR 13221/:2000 da ABNT – Dispõe sobre transporte de resíduos.
- ABNT NBR 9191:2000 da ABNT – Trata da especificação de sacos plásticos para acondicionamento de lixo.
- ABNT NBR 7500:2000 da ABNT – Estabelece símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais.
- ABNT NBR 12808:1993 da ABNT – Classificação dos resíduos de serviços de saúde.
- ABNT NBR 12235:1992 da ABNT – Dispõe sobre os procedimentos para armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- ABNT NBR 11174:1990 da ABNT – Dispõe sobre o armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e classe III (inertes).

3.2.3.2. Estadual

3.2.3.2.1. Leis e Decretos Estaduais

- Decreto nº 45.975, de 04 de junho de 2012. Estabelece normas para a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis – Bolsa Reciclagem, de que trata a Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011.
- Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011. Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis - Bolsa Reciclagem.
- Decreto nº 45.181, de 25 de setembro de 2009. Regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências.
- Lei nº 18.031 de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- Lei nº 16.682 de 10 de janeiro de 2007. Dispõe sobre a implantação de programa de redução de resíduos por empreendimento público ou privado.

3.2.3.2.2. Resoluções SEMAD

- Resolução SEMAD nº 1.300 de 06 de maio de 2011. Dispõe sobre a criação de Grupo Multidisciplinar de Trabalho para estabelecer critérios de avaliação de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) nos estabelecimentos geradores desses resíduos e estabelecer diretrizes de termo de referencia para elaboração e a apresentação do PGRSS no Estado de Minas Gerais.
- Resolução SEMAD nº 1.273 de 23 de fevereiro de 2011. Complementa a Resolução Conjunta SEMAD-SEPLAG nº 1.212, de 30-9-2010, estabelecendo os critérios e procedimentos para cálculo do Fator de Qualidade de empreendimentos de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e de tratamento de esgotos sanitários a serem aplicados na distribuição da parcela do ICMS Ecológico, subcritério saneamento ambiental, aos municípios habilitados.

- Lei nº 15.056 de 31 de março de 2004. Estabelece diretrizes para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais e dá outras providências.
- Lei nº 14.577 de 15 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 13.766, de 30 de novembro de 2000, que dispõe sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo, e dá outras providências.
- Lei nº 14.129 de 19 de dezembro de 2001. Estabelece condição para a implantação de unidades de disposição final e de tratamento de resíduos sólidos urbanos.
- Lei nº 13.796 de 20 de dezembro de 2000. Dispõe sobre o controle e o licenciamento dos empreendimentos e das atividades geradoras de resíduos perigosos no Estado.
- Lei nº 13.766 de 30 de novembro de 2000. Dispõe sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo e altera dispositivo da Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, que dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios, de que trata o inciso II do parágrafo único do art. 158 da Constituição Federal.

3.2.3.2.3. Deliberações COPAM

- Deliberação Normativa COPAM nº 180, de 27 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a regularização ambiental de empreendimentos referentes ao transbordo, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos instalados ou operados em sistema de gestão compartilhada entre municípios, altera a Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004 e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 171, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece diretrizes para sistemas de tratamento e disposição final adequada dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais, altera o anexo da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, e dá outras providências.

- Deliberação Normativa COPAM nº 170, de 03 de outubro de 2011. Estabelece prazos para cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS pelos municípios do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 155, de 25 de agosto de 2010. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, incluindo na listagem E códigos de atividade para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos, e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 154, de 25 de agosto de 2010. Dispõe sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer.
- Deliberação Normativa COPAM nº 143 de 25 de novembro de 2009. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004 para sistemas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 136, de 22 de maio de 2009. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº. 90, de 15 de setembro de 2005, que dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Minas Gerais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 124, de 09 de outubro de 2008. Complementa a Deliberação Normativa COPAM Nº 87, de 06/09/2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 118, 27 de junho de 2008. Altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 117, de 27 de junho de 2008. Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de

gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelas atividades minerarias no Estado de Minas Gerais.

- Deliberação Normativa COPAM nº 90, de 15 de setembro de 2005. Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Minas Gerais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM N.º 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 83, de 11 de maio de 2005. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 26, de 28 de julho de 1998, que dispõe sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer e revoga o item que menciona da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004.
- Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 26, de 28 de julho de 1998. Dispõe sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer.
- Deliberação Normativa COPAM nº 07, de 29 de setembro de 1981. Fixa normas para disposição de resíduos sólidos.

3.3. Caracterização institucional dos serviços de saneamento

O município não possui uma gestão sistemática em relação à capacidade de apoiar projetos e ações educacionais combinados com os programas de saneamento básico, nem mantem registros de redes, órgãos e estruturas de educação formal e não formal.

Quanto a soluções compartilhadas ou consorciadas com municípios vizinhos, Caranaíba participa do Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo – URC, localizado em Cristiano Otoni.

Pela proximidade, é possível que o município busque parceria com Capela Nova, Cristiano Otoni, Santana dos Montes e Carandaí, mas ainda é necessária a realização de estudos técnicos para concluir sobre a viabilidade operacional, econômica e ambiental dessas soluções.

Levantou-se neste sentido, que a Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Piranga - AMAPI obteve uma conquista histórica ao criar o CIMVALPI (Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga) que surgiu em uma assembleia de prefeitos e tem como principal objetivo atender a algumas demandas comuns dos municípios, em especial a Iluminação pública e a disposição final de resíduos sólidos.

Os municípios integrantes são: Abre Campo, *Acaiaca*, *Alvinópolis*, *Amparo do Serra*, Barra Longa, Caputira, *Diogo de Vasconcelos*, *Dom Silvério*, Guaraciaba, Jequeri, Mariana, Matipó, Oratórios, Pedra Bonita, *Piedade de Ponte Nova*, Ponte Nova, Raul Soares, Rio Casca, Rio Doce, Santa Margarida, São Pedro dos Ferros, Sem Peixe, Sericita, *Santa Cruz do Escalvado*, Santo Antônio do Grama, Teixeiras, Urucânia e Vermelho Novo.

O PMSB deve apresentar as metas para aumento do número de municípios associados, incluindo outros integrantes da bacia do Piranga e para a ampliação das atribuições do consórcio, para que se estabeleça a economia de escala, dotando o consórcio de força regional e estadual. Assim, o município de Caranaíba, pertencente à bacia do Piranga, terá a possibilidade de integrar o CIMVALPI e consorciar soluções no âmbito dos serviços de saneamento básico.

Ressalta-se que as formas legais de instituição de soluções consorciadas ou compartilhadas entre municípios serão abordadas no *Produto 4 - Prognósticos e Alternativas para Universalização dos Serviços*.

3.3.1. Caracterização institucional do sistema de água e esgoto

A gestão do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Caranaíba é realizada pela Prefeitura Municipal – Setor de Obras. O munícipio não possui distritos, mas há alguns povoados, localizados na área rural, cujos SAAs e SESs também são geridos pela Prefeitura – Setor de Obras e Serviços. São eles: Campinho, Bernardo Correa, Salsa, Gruta Monte, Cascavel e Fernandes. O coordenador geral do Setor de Obras e Serviços é o Sr. Admilson

Nogueira de Almeida, que é o responsável pelos quatro setores do saneamento básico (água, esgoto, resíduos e drenagem) de todo o município, inclusive da área rural. A Figura 13 apresenta o organograma desses sistemas de Caranaíba.

As localidades rurais Salsa, Ponto do Leito, Água Santa, Amoras, Calunga, Bom Sucesso, Tiririca, Costas e Canavial são abastecidas por sistemas particulares, em sua maioria cisternas, assim como por esgotamento sanitário individualizado.

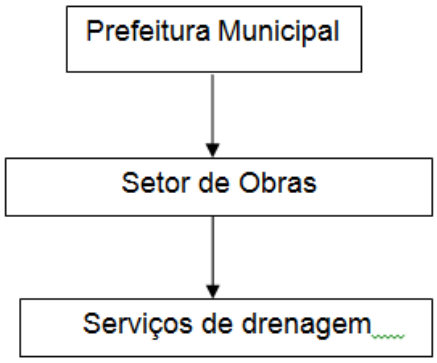
Figura 13 - Organograma do Sistema de Abastecimento de Água e do Sistema de Esgotamento Sanitário de Caranaíba

Fonte: Prefeitura Municipal (2015).

3.3.2. Caracterização institucional do sistema de drenagem

De acordo com as informações fornecidas pela prefeitura, a gestão do poder público no Sistema de Drenagem Urbana é realizada através da Prefeitura Municipal e do Setor de Obras. Não há um organograma oficial da prefeitura, assim elaborou-se um a partir dos relatos da equipe, que é ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Organograma municipal de drenagem urbana



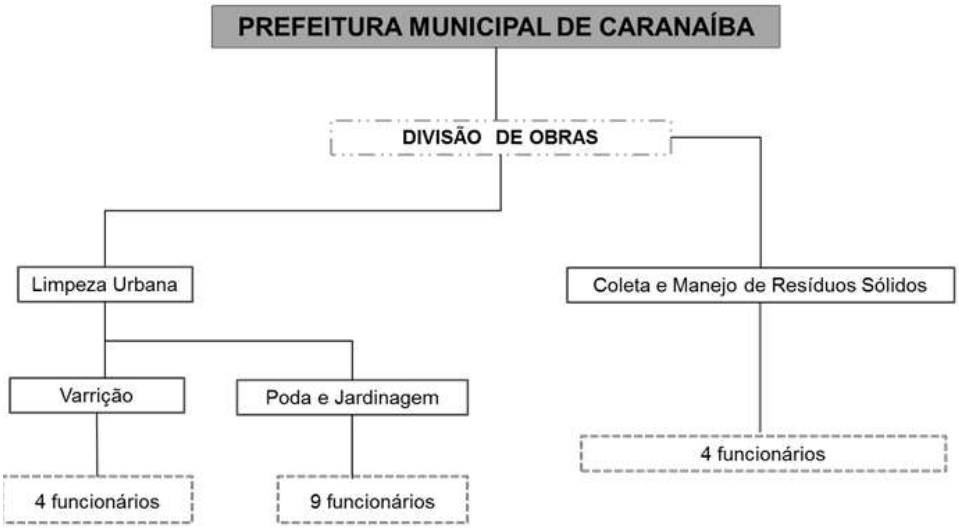
Fonte: SHS (2015)

Apesar de não haver responsáveis diretos para os serviços de drenagem, quando são necessárias intervenções, funcionários das outras áreas (esgoto, abastecimento de água ou resíduos sólidos) são alocados para esses serviços.

3.3.3. Caracterização institucional do sistema de resíduos sólidos

A responsabilidade pelo sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Caranaíba é da Prefeitura Municipal. A Figura 15 apresenta o organograma contendo as secretarias envolvidas e os recursos humanos disponíveis.

Figura 15 - Organograma do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Caranaíba



Fonte: Prefeitura Municipal de Caranaíba

4. SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO E DO MUNICÍPIO

4.1. Avaliação econômico-financeira dos serviços de saneamento

Os itens subsequentes apresentam a situação econômico-financeira dos serviços de saneamento básico do município de Caranaíba, feito a partir da análise dos dados coletados.

4.1.1. Avaliação econômico-financeira do sistema de água e de esgoto

Para a avaliação financeira dos serviços de água e de esgoto, necessita-se de dados de receitas e despesas, todavia não há sistematização dos gastos da Prefeitura Municipal nesse sentido. O município de Caranaíba nunca informou qualquer dado para o SNIS sobre água e esgoto, o que dificulta essa análise.

Sabe-se que a água fornecida à população e o esgotamento sanitário da mesma não são cobrados, ou seja, não há conta de água e esgoto, consequentemente não há receita direta. Dessa forma, os custos de ambos os serviços são absorvidos pelo orçamento da Prefeitura Municipal, dificultando o custeio operacional dos sistemas e o aporte de investimentos.

4.1.2. Avaliação econômico-financeira do sistema de drenagem

A manutenção da rede de drenagem urbana de Caranaíba é de responsabilidade da Prefeitura e executada através do Setor de Obras. Não há um levantamento feito pela Administração Pública das receitas e despesas desse setor.

4.1.3. Avaliação econômico-financeira do sistema de resíduos sólidos

O município de Caranaíba não disponibiliza informações sobre as despesas e receitas associadas à prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos para o SNIS. No entanto, sabe-se que existe uma taxa simbólica de R$5,00, paga pela população a título de serviços de limpeza urbana e coleta de resíduos sólidos.

Em vista dos serviços oferecidos, pode-se afirmar que existe déficit financeiro na operação, já que a coleta regular abrange grande parte do município e os resíduos são transportados, separados e dispostos em empreendimento localizado no município de Cristiano Otoni, localizado a 12,5 km de Caranaíba.

5. SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO MUNICIPAL

Para o diagnóstico da situação de cada um dos eixos do saneamento básico foram realizadas visitas técnicas, consultas a órgãos oficiais (IBGE, SNIS, IGAM, FEAM, entre outros) e análises de documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caranaíba e pelos demais prestadores de serviços dos quatro setores do saneamento básico.

As visitas de campo para o levantamento da situação dos quatro sistemas de saneamento básico abordados neste PMSB foram feitas pelos técnicos da SHS sempre acompanhados por gestores locais, seja da Prefeitura Municipal, seja de técnicos das entidades responsáveis pela prestação de serviços.

Os setores que fazem parte do saneamento básico foram avaliados no que concerne a sua situação institucional (responsabilidades gerenciais, atribuições legais, aspectos relacionados ao planejamento, etc.), patrimonial (edificações existentes e sua situação de conservação/manutenção), operacional (índices de atendimento e descrição dos processos envolvidos) e ambiental (aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental dos procedimentos e inserção dos componentes dos sistemas no contexto ambiental / regional).

Nos setores de mobilização adotados no PMSB para este município foram realizadas reuniões públicas, com o intuito de angariar, junto à população, manifestações, indicação de fragilidades e reivindicações, relacionadas aos serviços de saneamento básico.

As manifestações que ocorreram nessas reuniões foram consideradas e incorporadas ao presente relatório, configurando este documento como um Diagnóstico Técnico Participativo.

Todas as manifestações, conforme elas se apresentaram nas reuniões, foram gravadas e transcritas em atas. As gravações, as atas, os livros de presença e as tomadas fotográficas serão apresentados ao IBIO nos relatórios de eventos, conforme solicitado no Termo de Referência.

No Produto Final do PMSB todo o material entregue através dos relatórios de eventos será apresentado nos capítulos correspondentes aos temas do evento realizado, ou seja, o material recolhido nos seminários relacionados ao diagnóstico será apresentado no capitulo “Diagnóstico Técnico-Participativo”, o material do

seminário relacionado à proposição de objetivos e metas será apresentado no capítulo "Prognóstico dos Serviços de Saneamento Básico", e assim por diante.

5.1. Situação dos serviços de abastecimento de água

5.1.1. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

O atendimento atinge 100 % da população da sede, porém, em épocas de seca, a população dos locais que são abastecidos com água direto da captação, sem reservação, sofre com a falta d'água. Um exemplo são as residências das ruas Antônio Amorim e Celso Resende, próximas à praça.

A água distribuída é imprópria para consumo humano, com risco epidemiológico iminente de intoxicação e infecção bacteriana, segundo resultados de duas análises realizadas, em 16/12/2013 e 29/01/2014, a partir de amostras coletadas em diferentes pontos da sede e dos povoados. Os resultados das análises podem ser verificados no Anexo 1. Algumas amostras apresentaram *Escherichia coli* e outros coliformes fecais, não atendendo ao padrão de qualidade estabelecido pela Portaria MS nº 2914, de 12/12/2011.

O sistema da sede não tem índice de perdas de água preciso, porém em visita foi constatado que considerável parcela da água está se perdendo efetivamente pelas tubulações, reservatórios, etc. Esse fato ocorre, principalmente, devido à falta de manutenção do sistema.

O município tem atendimento satisfatório na área urbana, conforme levantado em visita técnica e através de informações coletadas nos seminários junto à população.

A área rural não é atendida pelo sistema, sendo que as soluções para o abastecimento de água são individualizadas, o que resulta num risco maior do contingente populacional rural consumir água fora dos padrões de potabilidade.

5.1.2. Situação atual do sistema

A água que abastece a sede é captada em quatro mananciais diferentes, sendo três superficiais e um subterrâneo.

A captação subterrânea localiza-se no Parque de Exposições, mais precisamente nas coordenadas UTM 631.318,45 mE; 7.691.549,01 mS. A seguir são ilustrados o poço artesiano (Figura 16), seu quadro de comando (Figura 17) e as especificações da bomba (Figura 18). As condições sanitárias do poço não são adequadas. Observa-se que não há proteção sanitária e patrimonial. Esse poço

somente é utilizado em casos de emergência ou em épocas de seca, pois sua água apresenta alto teor de ferro.

Figura 16 - Poço artesiano – abastecimento de água da sede

Fonte: SHS (2015)

Figura 17 - Painel de controle do poço do Parque

Fonte: SHS (2015)

Figura 18 - Especificações da bomba do poço do Parque

Fonte: SHS (2015)

O gestor do sistema não soube informar a vazão captada no poço, pois não há equipamento para medição da vazão. Segundo o Atlas de Abastecimento de Água da

Agência Nacional de Águas (ANA), a vazão captada no poço é de 7,78 L/s. O diâmetro do poço é de 85 mm e a profundidade de 90 m.

A água captada no poço é aduzida para o reservatório que abastece a sede municipal e de lá é distribuída à população, sem tratamento algum.

Há duas captações superficiais localizadas na cabeceira do córrego Cachoeira, próximas uma da outra, mas em afluentes diferentes, em região de nascentes. A área está conservada e apresenta vegetação densa, mas as captações não são cercadas, o que permite o livre acesso de animais e pessoas. Não há identificações por placas de aviso ou informações.

A primeira captação (Figura 19) localiza-se nas coordenadas UTM 627.359,22 mE, 7.692.326,83 mS e abastece os bairros Olaria e Ribeirão, sem que seja tratada.

Figura 19 - Captação Superficial 01

Vista de jusante do ponto de captação

Vegetação da área onde localizam-se as captações

Caixa de armazenamento e captação da água

Água captada

Fonte: SHS (2015)

A segunda captação localiza-se nas coordenadas UTM 627.359,22 mE, 7.692.326,83 mS. A água captada vai por gravidade para o reservatório que abastece a

sede municipal, sem tratamento algum.

Figura 20 - Captação Superficial 02

Vista de jusante do ponto de captação

Ponto a montante da captação

Tubulação para captação da água

Caixa de armazenamento e captação da água

Fonte: SHS (2015)

A água entra na tubulação perfurada e vai, por gravidade, para as caixas de armazenamento, das quais segue também por gravidade para o reservatório. Não há bombas para captação e nem para a adução. Como as captações se encontram em locais muito acima do reservatório, não há necessidade de recalques. Além dessas captações, há a captação superficial no córrego Inhame.

A água captada nos processos descritos vai para o reservatório de concreto de 280m³ (Figura 21). Esse reservatório localiza-se na rua Elias Fernandes, coordenadas UTM 631.569,96 mE; 7.691.190,34 mS, no ponto mais alto da cidade, de forma que a distribuição de toda a cidade ocorre por gravidade. Apenas as casas da rua, que estão no nível do reservatório, são abastecidas pela caixa d'água que fica ao lado do reservatório. A água é bombeada para essa caixa d'água por uma bomba que fica em cima do reservatório (Figura 21).

Figura 21 - Reservatórios das captações superficiais

Reservatório

Perdas d'água na reservação

Caixa d'água que abastece as casas que estão no nível do reservatório

Adução de água tratada

Bomba que alimenta a caixa d'água

Água distribuída à população da Sede

Fonte: SHS (2015)

O reservatório encontra-se em mau estado de conservação, assim como a bomba que alimenta a caixa d'água. Há vazamento constante da água reservada, que escoa pelas rachaduras e pela junção da tubulação de distribuição, que é de PVC, com o concreto, por falta ou falha da junta de dilatação. Além disso, destacou-se em visita que a rede de distribuição também é muito antiga e tem diversos pontos de vazamentos.

Por fim, ressalta-se que não há medidores de vazão que fazem a

macromedição, ou seja, a medida da água que chega e sai dos reservatórios. Também não há micromedição, que seria a contabilização do consumo das residências através dos hidrômetros.

5.1.3. Soluções alternativas empregadas

A população da área urbana da sede utiliza o sistema da Prefeitura para se servir com água. Todavia, a população da área rural seja em povoados, vilas e propriedades isoladas se utilizam de outras fontes para ter esse recurso natural à disposição. A maioria das propriedades no município se abastece por poços rasos (caçimbas) ou nascentes e, em sua maioria, sem tratamento algum.

5.1.3.1. Bernardo Correa

Há um poço artesiano com vazão de 3 m³/h que abastece o povoado de Bernardo Correa, que é constituído de aproximadamente 100 casas. Outro poço foi perfurado, mas ainda não está em operação. Os dois poços têm diâmetro de 50 mm.

A água captada é bombeada para o reservatório de metal com capacidade de 20 m³ e de lá é distribuída por gravidade, sem receber nenhum tipo de tratamento.

A distribuição atinge a 50 % da população do povoado. O poço que em breve será colocado em operação garantirá o atendimento de 100 % da população de Bernardo Correa.

5.1.3.2. Gruta Monte

A localidade denominada Gruta Monte, constituída de aproximadamente 25 casas, é abastecida por um poço de 14 m de profundidade e 1 polegada de diâmetro.

A água captada é bombeada para o reservatório com capacidade de 5 m³ e de lá é distribuída por gravidade, sem receber nenhum tipo de tratamento.

5.1.3.3. Campinho

A localidade denominada Campinho, constituída de aproximadamente 150 casas, é abastecida por três captações superficiais.

A água captada é bombeada para o reservatório e de lá é distribuída por gravidade, sem receber nenhum tipo de tratamento.

5.1.3.4. Canavial

A localidade denominada Canavial, constituída de aproximadamente 12 casas, é abastecida por um poço artesiano de 18 m de profundidade e ¾ de polegada de diâmetro.

A água captada é bombeada para o reservatório com capacidade de 5 m³ e de lá é distribuída por gravidade, sem receber nenhum tipo de tratamento.

5.1.3.5. Fernandes

A localidade denominada Fernandes, constituída de aproximadamente 12 casas, é abastecida por uma captação superficial.

A água captada é bombeada para o reservatório de concreto com capacidade de 1 m³ e de lá é distribuída por gravidade, sem receber nenhum tipo de tratamento.

5.1.4. Análise de mananciais

O município de Caranaíba está bem localizado quanto a manancial superficial, principalmente com relação à qualidade das águas, já que existem diversas nascentes em seus domínios, cujas águas são usadas pela sede.

Além disso, o município conta com ribeirões e córregos importantes que passam próximo às comunidades rurais, vilas e povoados. Esses cursos d'água são ou podem servir como fonte para abastecimento de água para a população. São eles: rio Piranga, ribeirão Papagaio, córrego Baeta, córrego José da Costa, córrego Herculano, córrego Pedra do Sino, córrego Conquista, córrego José da Costa, córrego Jambeiro, córrego Cachoeira, córrego Calunga, córrego Bernardo Correia, córrego Catalão, córrego Serrinha, córrego Bexiga, córrego Samambaia, córrego Campinho, córrego Quebra-Gabão, córrego Cascavel, córrego Terra Seca, córrego do Cedro. Tal recurso hídrico, composto por esses mananciais em potencial, deve ser analisado quanto à quantidade e qualidade, para aferir a continuação ou possibilidade de uso para o abastecimento da população.

5.1.5. Estudo de oferta e demanda de água

5.1.5.1. Metodologia

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

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

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

Equação 1

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

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

IP = índice de perdas (%).

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

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

Equação 2

Onde D = demanda de água (m^3/dia);

P = população projetada (hab);

IA = índice de atendimento (%).

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

5.1.5.2. Projeções

Os dados referentes ao sistema de abastecimento de água não foram fornecidos pelo SNIS. Assim, para a determinação da oferta e demanda de água foram utilizados os dados fornecidos pela literatura.

Para o valor do consumo per capita de água, adotou-se o valor de 150L/hab.dia, de acordo com Von Sperling. Quanto ao índice de perdas e de atendimento, empregaram-se taxas de 60% e 100%, respectivamente, considerando-se a realidade do município, o qual apresenta grandes perdas ao longo do sistema de distribuição e atende todas as residências do local.

Com base nesses valores, foi calculada a evolução da demanda de água, considerando-se que o índice de perdas de distribuição teria que ser de no máximo 20% ao final do plano (2036). Os resultados referentes ao município são apresentados

no Quadro 16.

Quadro 16 - Projeção da demanda futura para Caranaíba

Ano	Consumo per capta (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Demanda (m³/dia)
2015	150	60	375	1.168	100	1.168	438,00
2016	150	58	358	1.159	100	1.159	414,87
2017	150	56	342	1.153	100	1.153	394,78
2018	150	54	328	1.147	100	1.147	376,36
2019	150	52	315	1.142	100	1.142	359,73
2020	150	50	303	1.141	100	1.141	345,59
2021	150	49	292	1.136	100	1.136	331,33
2022	150	47	281	1.132	100	1.132	318,38
2023	150	45	272	1.123	100	1.123	304,95
2024	150	43	263	1.118	100	1.118	293,48
2025	150	41	254	1.116	100	1.116	283,50
2026	150	39	246	1.111	100	1.111	273,41
2027	150	37	239	1.102	100	1.102	262,98
2028	150	35	232	1.092	100	1.092	252,93
2029	150	33	225	1.080	100	1.080	243,00
2030	150	31	219	1.078	100	1.078	235,81
2031	150	30	213	1.062	100	1.062	226,03
2032	150	28	207	1.060	100	1.060	219,67
2033	150	26	202	1.053	100	1.053	212,63
2034	150	24	197	1.050	100	1.050	206,72
2035	150	22	192	1.043	100	1.043	200,33
2036	150	20	188	1.035	100	1.035	194,06

Fonte: SHS (2015)

Para o cálculo da oferta de água do município, utilizou-se o dado fornecido pela ANA. Segundo a Agência, existem fontes de água subterrânea e superficial no local. Porém, de acordo com os técnicos, a fonte de água subterrânea é utilizada somente em períodos de seca. Sendo assim, nessa estimativa da oferta de água foi considerada somente a vazão de água fornecida pelo manancial superficial.

Segundo a ANA, esta vazão é de 4,4L/s. Considerando-se a população projetada para o ano de 2015, que é de 1.168 habitantes, a oferta do sistema pode ser estimada em 0,32m/hab.dia. A partir desse valor, realizaram-se os balanços da oferta e da demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com as projeções analisadas. O Quadro 17 mostra os resultados do balanço do município.

Quadro 17 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Caranaíba

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m³/dia)	Oferta (m³/dia)	Saldo
2015	1.168	438,00	372,24	-65,76
2016	1.159	414,87	372,24	-42,63
2017	1.153	394,78	372,24	-22,54
2018	1.147	376,36	372,24	-4,12
2019	1.142	359,73	372,24	12,51
2020	1.141	345,59	372,24	26,65
2021	1.136	331,33	372,24	40,91
2022	1.132	318,38	372,24	53,87
2023	1.123	304,95	372,24	67,29
2024	1.118	293,48	372,24	78,77
2025	1.116	283,50	372,24	88,74
2026	1.111	273,41	372,24	98,83
2027	1.102	262,98	372,24	109,26
2028	1.092	252,93	372,24	119,31
2029	1.080	243,00	372,24	129,24
2030	1.078	235,81	372,24	136,43
2031	1.062	226,03	372,24	146,21
2032	1.060	219,67	372,24	152,57
2033	1.053	212,63	372,24	159,62
2034	1.050	206,72	372,24	165,52
2035	1.043	200,33	372,24	171,91
2036	1.035	194,06	372,24	178,18

Fonte: SHS (2015)

5.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

O município de Caranaíba nunca informou qualquer dado sobre água e esgoto para o SNIS. Também não há sistematização dos dados dos sistemas pela Prefeitura Municipal com relação aos serviços de água e esgoto. Isso dificulta uma avaliação sobre a situação do município através de indicadores.

Nesse sentido, são apresentados os indicadores que geralmente são analisados. Acredita-se ser primordial que o presente PMSB tenha em seu planejamento ações imediatas de estruturação da sistematização de coleta, armazenamento de dados e gerenciamento de informações e indicadores, para auxiliar na avaliação do planejamento e da situação dos serviços prestados.

5.1.6.1. Índice de atendimento urbano de água

$$IN023 = \frac{AG026}{G06_a}$$

Em que:

- *IN023 = índice de atendimento urbano de água (%);*
- *AG026 = população urbana atendida com abastecimento de água (habitante);*
- *G06a = população urbana residente no município, segundo IBGE (habitante).*

Esse indicador, que mede a porcentagem da população urbana atendida pela SAA, auxiliará o monitoramento visando atender 100% dos domicílios urbanos com água potável.

Como não se tem um indicador do SNIS para a área rural, o PMSB de Caranaíba irá conceber um indicador específico para tal.

5.1.6.2. Índice de abastecimento total de água

$$IN055 = \frac{AG001}{G12_a}$$

Em que:

- *IN055 = índice de abastecimento total de água (%);*
- *AG001 = população total atendida com abastecimento de água (habitante);*
- *G12a = população total residente no município, segundo IBGE (habitante).*

Esse indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pela SAA, auxilia o monitoramento visando atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares.

5.1.6.3. Economias atingidas por paralisações

$$IN071 = \frac{QD004}{QD002}$$

Em que:

- *IN071= Economias Atingidas por Paralisações (Econ./paralisação);*
- *QD004 = Quantidade de economias ativas atingidas por paralisações;*

- *QD002 = Quantidade de paralisações.*

Esse indicador, que mede a porcentagem de economias atingidas por paralisações auxiliará o monitoramento visando que o sistema tenha atendimento de forma ininterrupta.

5.1.6.4. Duração média das paralisações

$$IN072 = \frac{QD003}{QD002}$$

Em que:

- *IN072= Duração Média das Paralisações (horas/paralisação);*
- *QD003 = Duração das paralisações;*
- *QD002 = Quantidade de paralisações.*

Esse indicador, que mede, em média, quanto durou cada paralisação auxiliará o monitoramento da agilidade e eficiência do atendimento.

Vale salientar que, conforme Resolução Arsae nº 40, de 3 de outubro de 2013, o prestador de serviços deve elaborar um plano de emergência e contingência que garanta o abastecimento de água potável a serviços essenciais em caso de paralisações com tempo superior a 12 (doze) horas, em consonância ao disposto na Portaria n° 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Também deve divulgar com antecedência de três dias, por intermédio dos meios de comunicação disponíveis no município, as paralisações programadas superiores a 12 (doze) horas. Caso contrário, deve encaminhar um relatório circunstanciado sobre a ocorrência e suas causas à ARSAE-MG.

São considerados serviços de caráter essencial:

I. creches, escolas e instituições públicas de ensino;
II. hospitais e atendimentos destinados à preservação da saúde pública;
III. estabelecimentos de internação coletiva.

O monitoramento desse indicador ajuda a mantê-lo com valores abaixo de 12 horas por paralisação, garantindo que não seja necessário lançar-se mão de um plano de emergência e contingência.

5.1.6.5. Incidência das análises de cloro residual fora do padrão

$$IN075 = \frac{QD007}{QD006}$$

Em que:

- *IN075= Incidência das Análises de Cloro Residual Fora do Padrão (%);*

- *QD007 = Quantidade de Amostras para Análises de Cloro Residual com Resultado Fora do Padrão;*
- *QD006 = Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual.*

5.1.6.6. Incidência das análises de turbidez fora do padrão

$$IN076 = \frac{QD009}{QD008}$$

Em que:

- *IN076= Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão (%);*
- *QD009 = Quantidade de Amostras para Análises de Turbidez com Resultado Fora do Padrão;*
- *QD008 = Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez.*

Esses indicadores, que medem amostras fora do padrão, auxiliarão o monitoramento da qualidade da água consumida.

5.1.6.7. Índice de perdas na distribuição

$$IN049 = \frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG006 + AG018 - AG024}$$

Em que:

- *IN049 = Índice de perdas na distribuição (%);*
- *AG006 = Volume de água produzido (1.000 m³/ano);*
- *AG010 = Volume de água consumido (1.000 m³/ano);*
- *AG018 = Volume de água tratada importado (1.000 m³/ano);*
- *AG024 = Volume de água de serviço (1.000 m³/ano).*

Esse índice tem como objetivo avaliar a evolução da porcentagem de água que é perdida no sistema na distribuição. Visto que a água é um recurso finito e sua escassez na região é considerável, principalmente nas localidades mais distantes, o monitoramento desse indicador é fundamental para a tomada de decisões.

5.1.6.8. Consumo médio per capita de água

$$IN022 = \frac{AG010 - AG019}{AG001}$$

Em que:

- *IN022 = Consumo médio per capita de água (*L/(habitante.dia));
- *AG010 = Volume de água consumido (1.000 m³/ano);*

- *AG019 = Volume de água tratada exportado (1.000 m³/ano);*
- *AG001 = População total atendida com abastecimento de água (hab.).*

Esse indicador permite saber qual o consumo médio de água por habitante, permitindo, assim, um acompanhamento do atendimento eficiente da demanda. Além disso, sua base histórica permite a modelagem do índice e, consequentemente, a projeção da demanda no município para os anos seguintes, além de guiar a necessidade de se implantar campanhas de diminuição do consumo.

5.1.6.9. Tarifa média de água

$$IN005 = \frac{FN002}{AG011 - AG017 - AG019}$$

Em que:

- *IN005 = Tarifa Média de Água (R$/m³);*
- *FN002 = Receita Operacional Direta Água (R$/ano);*
- *AG011 = Volume de Água Faturado (1.000m³/ano);*
- *AG017 = Volumes de Água Bruta Exportado (1.000 m³/ano);*
- *AG019 = Volume de Água Tratada Exportado (1.000 m³/ano).*

Esse indicador, que calcula a tarifa média de água, auxiliará o monitoramento da gestão eficiente do serviço, para saber se há necessidade de aumentar ou diminuir a tarifa.

5.1.6.10. Indicador de desempenho financeiro

$$IN012 = \frac{FN001}{FN017}$$

Em que:

- *IN012 = Indicador de Desempenho Financeiro (%);*
- *FN001 = Receita Operacional Direta Total (R$/ano);*
- *FN017 = Despesas Totais com Serviços.*

Esse indicador, que calcula o desempenho financeiro, auxiliará o monitoramento da relação entre despesas e receitas.

5.2. Situação dos serviços de esgotamento sanitário

5.2.1. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Todo sistema de esgotamento sanitário do município está a cargo da Prefeitura Municipal na pasta do Setor de Obras e Serviços, que tem funcionários com a função de realizar ampliações e manutenções do sistema.

Não se sabe o percentual exato da cobertura do atual sistema da sede, mas todos os bairros possuem rede coletora, sendo que parte tem lançamentos diretos no ribeirão Papagaio e parte já estaria sendo atendida por uma Estação de Tratamento de Esgoto, que infelizmente está inoperante. Logo, em ambos os casos não contam com tratamento. Todo esgoto coletado é lançado *in natura* nos corpos receptores, o que submete toda a população e os recursos naturais do município a essa deficiência do sistema municipal de esgotamento sanitário.

A capacidade instalada do sistema de esgotamento sanitário não consegue atender à demanda do município por coleta de esgotos, visto que em seminário foi levantado que alguns domicílios ainda lançam seus esgotos diretamente no corpo hídrico mais próximo.

5.2.2. Situação atual do sistema

Na sede de Caranaíba há rede coletora por sistema isolado absoluto, ou seja, não há mistura de água pluvial e esgoto sanitário. No entanto, existem residências que não fazem a separação, lançando águas pluviais também na rede de esgotos. Não há legislação específica para fiscalizar a ocorrência desses procedimentos inadequados, o que permitiria minimizar o problema.

Apesar de haver rede coletora, ela não é única e interligada. São redes que coletam em ruas ou bairros e lançam nos corpos hídricos. Quando a residência já tem o curso d' água passando em seus domínios, faz lançamentos diretos ou utilizam fossas rudimentares. Uma parte dos esgotos coletados é lançada *in natura* em um córrego sem nome e outra passa pela ETE (Figura 22), que foi construída há 15 anos e atualmente está desativada.

Figura 22 - Estação de Tratamento de Esgoto inoperante e seu lançamento final

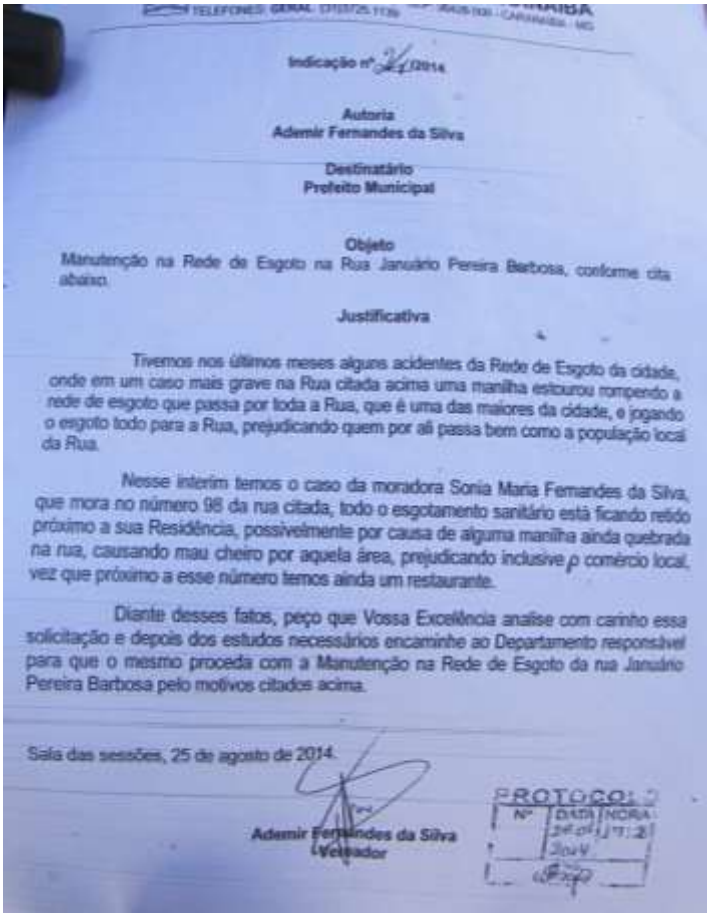
Fonte: SHS (2015)

Além disso, um problema recorrente está na rua Januário Pereira Barbosa, onde há constantes rompimentos da rede e extravasamentos de esgoto (Figura 23). Nesse sentido, foi protocolado um pedido à Prefeitura Municipal para que realizasse a devida manutenção da rede na rua (Figura 24).

Figura 23 - Rompimento da rede na rua Januário Pereira Barbosa

Fonte: SHS (2015)

Figura 24 - Pedido protocolado de manutenção da rede de esgoto



Indicação nº 24/2014

Autoria
Ademir Fernandes da Silva

Destinatário
Prefeito Municipal

Objeto
Manutenção na Rede de Esgoto na Rua Januário Pereira Barbosa, conforme cita abaixo.

Justificativa

Tivemos nos últimos meses alguns acidentes da Rede de Esgoto da cidade, onde em um caso mais grave na Rua citada acima uma manilha estourou rompendo a rede de esgoto que passa por toda a Rua, que é uma das maiores da cidade, e jogando o esgoto todo para a Rua, prejudicando quem por ali passa bem como a população local da Rua.

Nesse interim temos o caso da moradora Sonia Maria Fernandes da Silva, que mora no número 98 da rua citada, todo o esgotamento sanitário está ficando retido próximo a sua Residência, possivelmente por causa de alguma manilha ainda quebrada na rua, causando mau cheiro por aquela área, prejudicando inclusive o comércio local, vez que próximo a esse número temos ainda um restaurante.

Diante desses fatos, peço que Vossa Excelência analise com carinho essa solicitação e depois dos estudos necessários encaminhe ao Departamento responsável para que o mesmo proceda com a Manutenção na Rede de Esgoto da rua Januário Pereira Barbosa pelo motivos citados acima.

Sala das sessões, 25 de agosto de 2014.

Ademir Fernandes da Silva
Vereador

PROTOCOLO
Nº | DATA | HORA

Fonte: SHS (2015)

De acordo com os responsáveis pelos reparos do sistema, a cada vez que há entupimento na tubulação no ponto em que há extravasamento, são gastos R$3.000,00 para o conserto. Nesse trecho em particular há extravasamento quando chove porque a rede de esgoto também está recebendo águas pluviais. A rede de esgoto, em geral, é muito antiga e apresenta diversos outros pontos com semelhante problema.

5.2.3. Soluções alternativas empregadas

Em paralelo aos sistemas de abastecimento de esgotamento sanitário da sede, gerenciados pela Prefeitura Municipal, têm-se, em Caranaíba, diversas localidades com soluções isoladas, porém também são de responsabilidade do mesmo. De acordo com o IBGE (2010), há na zona rural 2.112 habitantes (quase 65% da população total).

No município de Caranaíba, a sede tem rede coletora de esgoto, mas lança os esgotos *in natura.* Nas propriedades rurais são utilizadas fossas, em sua maioria rudimentares, ou há lançamentos em corpos hídricos.

5.2.4. Análise de corpos receptores

O ribeirão Papagaio é o principal corpo receptor do município, onde os esgotos são lançados *in natura*, sendo assim um grande passivo ambiental, tal como outros não citados. Ressalta-se que não há pontos de monitoramento de quantidade e/ou qualidade de água desses cursos d'água.

Nas comunidades de Bernardo Correa, Gruta Monte, Campinho, Canavial e Fernandes as soluções são fossas, em sua maioria rudimentares, e lançamentos diretos nos corpos hídricos.

Todos os esgotos do município deveriam passar por um processo de tratamento antes de serem lançados aos rios, mas existem situações de maior e menor risco à população. Nas comunidades rurais, como os cursos d'água receptores de esgoto passam no quintal das moradias, onde crianças e animais estão em contato com as águas contaminadas, o risco é maior. Já o lançamento da sede está mais distante da população.

5.2.5. Estudo de geração de esgotos

5.2.5.1. Metodologia

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

Inicialmente, foram calculadas as vazões média, máxima diária, máxima horária e mínima de esgoto doméstico através das Equação 3, Equação 4, Equação 5 e Equação 6, considerando que o consumo de água *per capita* mantém-se constante ao longo dos anos e que ocorra o incremento gradual do índice de atendimento até chegar a 100% em 2036.

Vazão média ($Qd_{méd}$):

$$Qd_{méd} = P \times q \times C$$

Equação 3

Vazão máxima diária ($Qd_{máxd}$):

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

Equação 4

Vazão máxima horária ($Qd_{máxh}$):

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

Equação 5

Vazão mínima (Qd_{min}):

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

Equação 6

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

P = população atendida (hab);

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

C = coeficiente de retorno;

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

k_3 = coeficiente de mínima vazão.

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

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

Equação 7

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

L = comprimento da rede de esgoto (km);

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

Por fim, foram calculadas as vazões sanitárias, somando-se as vazões de esgoto à contribuição de infiltração, como na Equação 8, Equação 9, Equação 10, Equação 11.

Vazão média ($Qs_{méd}$):

$$Qs_{méd} = Qd_{méd} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima diária ($Qs_{máxd}$):

$$Qs_{máxd} = Qd_{máxd} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão máxima horária ($Qs_{máxh}$):

$$Qs_{máxh} = Qd_{máxh} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão mínima (Qd_{min}):

$$Qs_{mín} = Qd_{mín} + Q_{inf}$$

Equação 11

5.2.5.2. Projeções

Nos dados de 2013 do SNIS, não foram encontrados números referentes ao sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Logo, foi necessária a adoção de alguns dados da literatura para a projeção da geração de esgoto no município.

De acordo com Von Sperling, o consumo per capita de água para o porte desse município é de aproximadamente 150L/hab.dia. Foram adotados os coeficientes C =

0,8, k1 = 1,2, k2 = 1,5 e k3 = 0,5 e o índice de atendimento urbano de 60%, com base nos dados fornecidos pelo IBGE. Com a previsão da população a ser atendida pelo sistema e com os coeficientes, foram calculadas as vazões de esgotos domésticos. O Quadro 18 apresenta os resultados obtidos para a sede, Centenário, Imbiruçu, Ocidente e Roseiral, respectivamente.

Quadro 18 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Caranaíba

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo per capta de água (L/hab.dia)	Vazão esgoto doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	1.168	60	150	0,49	0,97	1,17	1,75
2016	1.159	62	150	0,50	1,00	1,20	1,79
2017	1.153	64	150	0,51	1,02	1,23	1,84
2018	1.147	66	150	0,52	1,05	1,26	1,88
2019	1.142	68	150	0,54	1,07	1,29	1,93
2020	1.141	70	150	0,55	1,10	1,32	1,98
2021	1.136	71	150	0,56	1,13	1,35	2,03
2022	1.132	73	150	0,58	1,15	1,38	2,08
2023	1.123	75	150	0,59	1,17	1,41	2,11
2024	1.118	77	150	0,60	1,20	1,44	2,16
2025	1.116	79	150	0,61	1,23	1,47	2,21
2026	1.111	81	150	0,62	1,25	1,50	2,25
2027	1.102	83	150	0,63	1,27	1,52	2,28
2028	1.092	85	150	0,64	1,29	1,54	2,31
2029	1.080	87	150	0,65	1,30	1,56	2,34
2030	1.078	89	150	0,66	1,33	1,59	2,39
2031	1.062	90	150	0,67	1,33	1,60	2,40
2032	1.060	92	150	0,68	1,36	1,63	2,45
2033	1.053	94	150	0,69	1,38	1,65	2,48
2034	1.050	96	150	0,70	1,40	1,68	2,53
2035	1.043	98	150	0,71	1,42	1,71	2,56
2036	1.035	100	150	0,72	1,44	1,73	2,59

Fonte: SHS (2015)

Para o cálculo das vazões de infiltração, foi adotada uma taxa de infiltração de 0,2L/s.km e uma razão entre a extensão da rede e o número de habitantes de 3m/hab. Multiplicando-se este valor pelo número de habitantes de 2015, foi possível determinar a extensão total da rede deste ano.

A extensão prevista da rede para cada ano foi estimada considerando-se o incremento da população projetada e uma taxa de crescimento da rede de 3m/hab. Com base nesses valores, foram obtidas as vazões de infiltração. O Quadro 19 mostra os resultados obtidos para o município.

Quadro 19 - Evolução da contribuição de infiltração em Caranaíba

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	**População Urbana Atendida (hab)**	**Existente**	**Prevista**	**Total**	**Taxa (L/s.Km)**	**Vazão (L/s)**
2015	701	2.102	0	2.102	0,2	0,42
2016	717	2.102	50	2.152	0,2	0,43
2017	736	2.102	55	2.207	0,2	0,44
2018	754	2.102	54	2.261	0,2	0,45
2019	772	2.102	55	2.317	0,2	0,46
2020	793	2.102	63	2.380	0,2	0,48
2021	811	2.102	54	2.434	0,2	0,49
2022	830	2.102	56	2.490	0,2	0,50
2023	845	2.102	44	2.535	0,2	0,51
2024	862	2.102	53	2.587	0,2	0,52
2025	882	2.102	59	2.647	0,2	0,53
2026	899	2.102	52	2.698	0,2	0,54
2027	913	2.102	41	2.739	0,2	0,55
2028	926	2.102	38	2.777	0,2	0,56
2029	936	2.102	31	2.808	0,2	0,56
2030	955	2.102	56	2.864	0,2	0,57
2031	961	2.102	18	2.883	0,2	0,58
2032	979	2.102	55	2.938	0,2	0,59
2033	993	2.102	41	2.978	0,2	0,60

		Extensão (m)			Contribuição de infiltração	
Ano	**População Urbana Atendida (hab)**	**Existente**	**Prevista**	**Total**	**Taxa (L/s.Km)**	**Vazão (L/s)**
2034	1.010	2.102	52	3.030	0,2	0,61
2035	1.023	2.102	39	3.069	0,2	0,61
2036	1.035	2.102	36	3.105	0,2	0,62

Fonte: SHS (2015)

Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para o município estão apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 - Evolução da vazão sanitária de Caranaíba

Ano	**População Urbana Atendida (hab)**	**Vazão sanitária (L/s)**			
		Mínima	**Média**	**Máxima Diária**	**Máxima Horária**
2015	701	0,91	1,39	1,59	2,17
2016	717	0,93	1,43	1,63	2,22
2017	736	0,95	1,46	1,67	2,28
2018	754	0,98	1,50	1,71	2,34
2019	772	1,00	1,54	1,75	2,39
2020	793	1,03	1,58	1,80	2,46
2021	811	1,05	1,61	1,84	2,52
2022	830	1,07	1,65	1,88	2,57
2023	845	1,09	1,68	1,92	2,62
2024	862	1,12	1,72	1,95	2,67
2025	882	1,14	1,75	2,00	2,73
2026	899	1,16	1,79	2,04	2,79
2027	913	1,18	1,82	2,07	2,83
2028	926	1,20	1,84	2,10	2,87
2029	936	1,21	1,86	2,12	2,90
2030	955	1,24	1,90	2,16	2,96

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão sanitária (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2031	961	1,24	1,91	2,18	2,98
2032	979	1,27	1,95	2,22	3,04
2033	993	1,29	1,97	2,25	3,08
2034	1.010	1,31	2,01	2,29	3,13
2035	1.023	1,32	2,03	2,32	3,17
2036	1.035	1,34	2,06	2,35	3,21

Fonte: SHS (2015)

5.2.6. Identificação de fundos de vale

O município de Caranaíba posssui uma ETE em seus domínios, todavia não são todos os esgotos coletados na sede que estão sendo encaminhados para a estação.

A seguir serão identificados os fundos de vales para possíveis instalações de futuras estações elevatórias de esgoto para recalcar os esgotos, a fim de encaminhá-los até a estação.

Para essa decisão, é necessário levar em conta vários critérios, sendo um deles a análise da expansão urbana do municipio. No entanto, o município de Caranaíba não possui Plano Diretor Municipal ou qualquer outro tipo de diretriz com os rumos da expansão urbana do município.

- Fundo de Vale 1 - Região oeste da sede (Figura 25);
- Fundo de Vale 2 - Região leste da sede (Figura 26).

Em ambos os fundos de vale são necessárias Estações Elevatórias de Esgoto. No primeiro existe um divisor de águas onde é possível verificar que o fluxo do esgotamento sanitário está contrário à localização da ETE. Já o segundo, que está na mesma bacia de contribuição, encontra-se a jusante da ETE e, portanto, em cota mais baixa, impossibilitando o afastamento por gravidade.

Figura 25 - Fundo de Vale 01

Fonte: GoogleEarth (2015)

Figura 26 - Fundo de Vale 02

Fonte: GoogleEarth (2015)

5.2.7. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

5.2.7.1. Índice de atendimento urbano de esgotos

IN047 = (ES026 / POP_URB) * 100 [%]

Em que:

- *ES026: população urbana atendida com esgotamento sanitário;*
- *POP_URB: população urbana do município.*

Esse indicador é análogo ao indicador IN023 (que se refere ao sistema de abastecimento de água) e mede a porcentagem da população urbana atendida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).

5.2.7.2. Índice de coleta de esgotos

IN015 = ES005 / (AG010 - AG019)) * 100 [%]

Em que:

- *AG010: Volume de água consumido;*
- *AG019: Volume de água tratado exportado;*
- *ES005: Volume de esgotos coletado.*

Esse indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pelo SES, auxiliará o monitoramento do objetivo que visa coletar os esgotos dos domicílios que já são atendidos pelo SAA.

5.2.7.3. Índice de tratamento de esgotos

IN016 = ((ES006_R + ES014_R + ES015_R) / (ES005_R + ES013_R)) * 100 [%]

Em que:

- *ES005: Volume de esgotos coletado;*
- *ES006: Volume de esgotos tratado;*
- *ES013: Volume de esgotos bruto importado;*
- *ES014: Volume de esgotos importado tratado nas instalações do importador;*
- *ES015: Volume de esgotos bruto exportado tratado nas instalações do exportador.*

Esse indicador, que mede a porcentagem dos esgotos coletados e tratados, auxiliará o monitoramento visando a tratar todos os esgotos coletados dos domicílios.

5.2.7.4. Tarifa média de esgotos

IN006 = FN003 / ((ES007 - ES013) * 1.000) [R$/m³]

Em que:

- *ES007: Volume de esgotos faturado;*

- *ES013: Volume de esgotos bruto importado;*
- *FN003: Receita operacional direta de esgotos.*

Esse indicador auxiliará o monitoramento da gestão eficiente dos serviços. Caso a tarifa esteja maior do que deve ser praticada ou apresente um valor tal que impossibilite a sustentabilidade financeira do sistema, o indicador assim o acusará e os gestores poderão tomar decisões para implementar as ações necessárias ao ajuste do setor.

5.3. Situação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Para o diagnóstico da situação do sistema de drenagem de águas pluviais foram realizadas consultas e análises de documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caranaíba. Foram realizadas também visitas técnicas para análise das condições atuais das estruturas hidráulicas de drenagem existentes, bem como do sistema de drenagem natural.

São apresentados nos itens seguintes dados e informações que possibilitaram elaborar o diagnóstico do sistema de drenagem de águas pluviais na cidade de Caranaíba.

O sistema de drenagem urbana pode ser definido como o conjunto de toda a infraestrutura existente no município responsável pela coleta, transporte e lançamento final das águas superficiais. Comumente, o sistema se divide nos seguintes componentes (FEAM, 2006):

- **Microdrenagem:** corresponde às estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos, sendo constituídas pelas redes coletoras de água pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas de lobo e meios-fios;
- **Meso/Macrodrenagem:** dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana. O sistema de macrodrenagem é composto pelos principais talvegues, cursos d'água, independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais.

Dentre os diversos fatores causadores de enchentes, pode-se citar a ocupação desordenada do solo, não somente na área urbana como também em toda a área da bacia de contribuição e o direcionamento do escoamento pela drenagem urbana, sem considerar os volumes escoados (FEAM, 2015). O sistema de drenagem deve atuar de forma a drenar os escoamentos sem produzir impactos no local, nem a jusante.

De acordo com FEAM (2015), as soluções, de um modo geral, devem ser voltadas à infiltração da água superficial para solo, a fim de minimizar problemas de enchentes. Dentre elas, pode-se citar: construção de pequenos reservatórios de contenção; bacia para amortecimento de cheias; não pavimentação das ruas, ou pavimentação com materiais permeáveis; manutenção ou instalação de áreas verdes, como parques e gramados; e estabelecimento de sistemas de alerta e procedimentos assertivos para a evacuação rápida das áreas de risco.

Não há problemas de enchentes no município, entretanto, isso não exclui a necessidade da análise hidráulica e hidrológica do Sistema de Drenagem municipal para aferição das condições de operação.

Segundo a FEAM (2013), as bacias urbanizadas são identificadas pela ocupação consolidada das margens dos corpos d'água, onde intervenções como a renaturalização e mesmo a revalorização ecológica são limitadas, restando ao administrador intervir a montante do trecho, buscando reduzir os picos de vazão. O Quadro 21 apresenta os efeitos da urbanização na drenagem urbana.

Quadro 21 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos sanitários deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

Fonte: FEAM (2013)

5.3.1. Infraestrutura atual do sistema

Os pontos críticos de drenagem de águas pluviais foram mapeados com base em informações da prefeitura municipal. A equipe técnica da SHS – Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. - EPP realizou visitas técnicas, acompanhada por técnicos da prefeitura, para verificação e análise de locais considerados críticos e representativos do ponto de vista dos problemas de drenagem urbana do município.

A área urbana do município não sofre com enchentes, pois está localizada, em sua maior parte, em divisor de águas, porém apresenta histórico de alagamentos. Os principais aspectos observados foram locais que podem se tornar pontos críticos de drenagem em eventos extremos ou com a urbanização intensificada da bacia. Como por exemplo:

- Inadequações do sistema de microdrenagem.
- Subdimensionamento.
- Lançamentos de águas pluviais em cursos d'água sem dissipação de energia e a inexistência de bocas de lobo e rede de drenagem.
- Margens desprovidas de mata ciliar.
- Assoreamento de canais.
- Ocupação e urbanização de áreas de preservação permanente, naturalmente inundáveis.
- Degradação da qualidade das águas pelo lançamento de esgotos sanitários e/ou poluição difusa.
- Inadequações hidráulicas de trechos de rios e de passagens de pontes.
- Elevado número de morros existentes no município (característica natural que muito influencia no potencial de deflagração de processos erosivos).

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Caranaíba, não há cadastro da rede de drenagem pluvial. Tal fato interfere na caracterização do Sistema de Drenagem Urbana, bem como dificulta obras e projetos de manutenção e adequação. Também não há atualmente no município um plano de emergências para eventos extremos, por não haver histórico. Para sanar tais fragilidades, este PMSB vai recomendar, dentre as ações imediatas a serem providenciadas pelos gestores públicos, a elaboração do

Levantamento Cadastral das redes de micro e macro drenagem existentes e a elaboração de um plano de emergência.

Os principais corpos d'água do município são o ribeirão Papagaio, ao sul, e o córrego Cachoeira, afluente do anterior, ao norte (Figura 27). A área urbana do município está localizada em sua maior parte no divisor de águas entre as duas bacias. Um pequeno córrego (sem nome), afluente do córrego Cachoeira, nasce nos arredores da área urbana e a corta no local da ponte 1.

Figura 27 - Visão aérea de Caranaíba com destaque para os corpos d'água.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Duas pontes do município foram visitadas e serviram de amostra, sendo uma sobre o córrego sem nome, afluente do córrego Cachoeira, e a outra sobre o ribeirão Papagaio. As duas estão indicadas na Figura 27.

A primeira ponte (631.582,64m E; 7.691.700,68m N) tem 1,5m de largura, 4m de comprimento e 0,45m de altura em relação ao leito do córrego. As Figura 28 e Figura 29 ilustram a visão a montante e a jusante da ponte, respectivamente. Nesse ponto, nota-se o leito do corpo d'água bem assoreado.

Figura 28 - Detalhe da ponte a montante

Fonte: SHS (2015)

Figura 29 - Visão de jusante da ponte

Fonte: SHS (2015)

A segunda ponte (630.243,55m E; 7.690.462,74m N) tem 6m de largura, 6m de comprimento e 4,4m de altura em relação ao leito. Ela é parte de uma estrada de terra

de acesso para Carandaí e pode ser visualizada nas Figura 30, Figura 31 e Figura 32. Há relatos de que nesse ponto o ribeirão costuma transbordar em época de chuvas.

Figura 30 - Detalhe da ponte sobre o ribeirão Papagaio

Fonte: SHS (2015)

Figura 31 - Visão de montante da ponte

Fonte: SHS (2015)

Figura 32 – Visão de jusante da ponte com sua área inundável

Fonte: SHS (2015)

A pavimentação das vias de uma cidade é um parâmetro importante para análise e dimensionamento do Sistema de Drenagem Urbana. O material com que as vias são pavimentadas influencia no volume de água que é infiltrada no solo assim como na velocidade do escoamento superficial proveniente das precipitações. Em Caranaíba, a maior parte das ruas da área urbana encontra-se pavimentada, revestida por asfalto e sem sistema de drenagem de águas pluviais, como é possível observar na Figura 33.

Figura 33 - Rua pavimentada

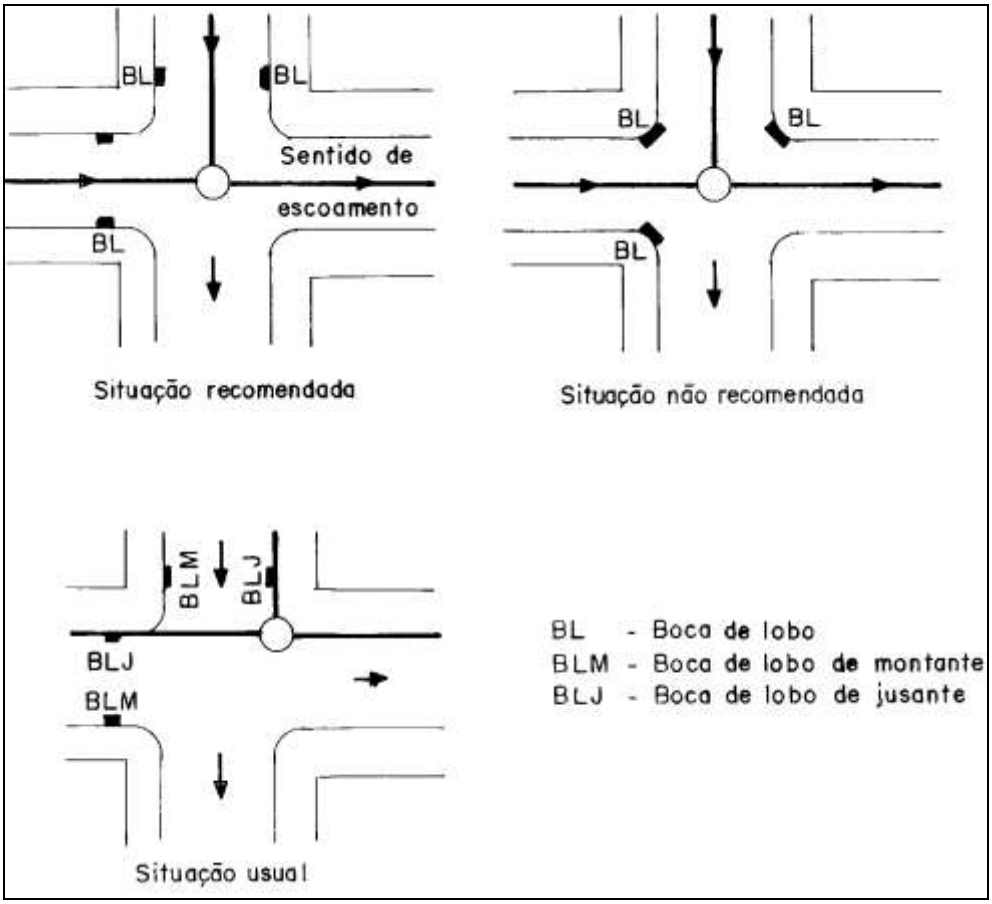
Fonte: SHS (2015)

5.3.1.1. Bocas de Lobo e dissipadores de energia

As bocas de lobo, também denominadas bocas coletoras, são estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões (Inouye, 2009). Recomenda-se a colocação de bocas de lobo com uma distância uma da outra de 60m; no ponto em que o escoamento superficial atingir o limite de vazão da sarjeta; imediatamente à montante das curvas das guias nos cruzamentos; e nos pontos mais baixos do sistema viário com o intuito de evitar a criação de zonas mortas com alagamento e águas paradas. Não é aconselhável a sua localização junto ao vértice do ângulo de interseção das sarjetas de duas ruas convergentes (Tucci, 1993).

A Figura 34 ilustra as condições adequadas e inadequadas de colocação das bocas de lobo.

Figura 34 - Rede Coletora



Fonte: TUCCI (1993).

De acordo com Tucci (1993), a capacidade de engolimento da boca de lobo é determinada segundo a equação abaixo, com o objetivo de prever o possível afogamento da mesma. Entretanto, para que a capacidade máxima de uma boca de lobo seja alcançada é importante que não haja material retido nas grelhas, ou seja, sua limpeza sistemática é indispensável para prevenir o alagamento das ruas.

$$Q = 1{,}7 \times L \times h^{\frac{3}{2}}$$

Em que:

Q: vazão de engolimento (m^3/s);

h: altura da lâmina de água (m);

L: comprimento da soleira (m).

A cidade de Caranaíba possui bocas de lobo e tubulações para drenagem das águas pluviais em algumas ruas, porém esse sistema muito provavelmente está subdimensionado, pois os relatos são de que as águas das chuvas escoam como rios pelas ladeiras da cidade. Muitas ruas sequer apresentam sarjeta, como visto na Figura 35. Na Figura 36 vemos uma boca de lobo colocada em situação não recomendada, de acordo com Tucci (1993). O gradeamento fixo não possibilita sua retirada para eventuais manutenções. O sistema não apresenta componentes de macrodrenagem.

Figura 35 - Detalhe de via pavimentada sem sarjeta

Fonte: SHS (2015)

Figura 36 - Boca de lobo colocada em situação não recomendada

Fonte: SHS (2015)

A norma DNIT 022/2006 define como dissipador de energia: “dispositivo que visa promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes”. Assim, esses dispositivos, de modo geral, são instalados no pé das descidas d'água nos aterros, na boca de jusante dos bueiros e na saída das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte-aterro.

O município de Caranaíba não apresenta dissipadores de energia nos lançamentos de águas pluviais nos córregos.

As obras de novas instalações da rede de microdrenagem, bem como a manutenção da rede existente e limpeza de logradouros públicos, são feitas pela Prefeitura Municipal, através do Setor de Obras. No momento não há nenhuma obra de drenagem em planejamento ou execução.

De acordo com as informações levantadas juntamente à prefeitura, não há uma rotina para a manutenção ou obras a serem executadas e o serviço é acionado somente em caso de necessidade ou emergência.

5.3.1.2. Verificação da separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário

Segundo Righetto (2009), um dos principais fatores de degradação da qualidade da água em corpos d’água está relacionado com o lançamento de efluentes de origem

doméstica na rede de drenagem. Os deflúvios lançados na drenagem podem ser classificados como: substâncias tóxicas e patogênicas, substâncias degradadoras da vida aquática e da água limpa, a partir dos efeitos associados a eles. Dentre esses deflúvios pode-se destacar os de substâncias tóxicas e patogênicas, usualmente provenientes de efluentes residenciais e industriais.

Uma vez que sua principal função é a de auxiliar no escoamento das águas pluviais, a rede de drenagem não possui nenhum controle de qualidade ou tratamento, de modo que o lançamento clandestino de esgotos nesse sistema pode causar os problemas citados acima, em especial o mau cheiro e a poluição.

Durante visita técnica em campo foram observados pontos em que ocorre mistura de águas pluviais com efluentes domésticos. Em um deles, na saída do Parque de Exposição, observou-se duas bocas de lobo que recebem esgoto *in natura* que acaba despejado em um córrego. Em outro ponto, no cruzamento das ruas Randolfo de Teixeira com Januário P. Barbosa, foi relatado que poço de visita entupido estava provocando o transbordamento de esgoto em épocas chuvosas, evidenciando a invasão de águas pluviais na rede de esgoto. Podemos ver um desses eventos na Figura 37.

Figura 37 - Transbordamento da rede de esgoto por águas pluviais

Fonte: Imagem fornecida por moradora (2015)

Esses fatores acarretam na poluição/contaminação dos corpos d'água, impactam a fauna associada e facilitam a transmissão de doenças quando há ocorrência das enchentes e contato da população com as águas poluídas.

O lançamento de efluentes na rede de micro ou macrodrenagem é considerado

inadequado, pois não dispõe de controle de lançamentos do efluente no corpo receptor, podendo alterar seu padrão de qualidade, além de causar mau cheiro, desconforto e poluição visual.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece as condições e padrões de lançamento visando assegurar a qualidade das águas, a saúde e o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático.

A má utilização da rede de drenagem pluvial e da rede coletora de esgotos pode trazer sérios problemas para a população, especialmente durante o período de chuvas. Os esgotos domiciliares são comumente coletados *in natura* por uma rede separada e direcionados até uma estação de tratamento. Depois de tratados, são lançados em corpos receptores, sem riscos de poluir os mananciais. No entanto, o município de Caranaíba ainda não possui uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em operação.

5.3.1.3. Ocupação de áreas protegidas (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços públicos ou privados que não podem ser alterados pelo homem, ou seja, sob hipótese alguma pode haver desmatamento, construções ou alteração da paisagem natural. O Código Florestal define que APP é a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Como exemplos de APP têm-se áreas de entorno de mananciais subterrâneos ou superficiais, as encostas com mais de 45 graus de declividade, os manguezais e as matas ciliares.

Destaca-se que tais áreas são muitas vezes ocupadas irregularmente para atividades antrópicas, apesar de serem reconhecidas legalmente como áreas a serem preservadas, conforme Brasil (2012). As APPs dos cursos d’água no território do munícipio, principalmente na área urbana e adjacências, encontram-se degradadas, com solo exposto ou ocupadas por edificações e arruamento. A Figura 38 mostra uma área de APP ocupada por casas.

Figura 38 - APP ocupada

Fonte: SHS (2015)

O processo de ocupação e urbanização dessas áreas expõe a população nela residente aos riscos associados às enchentes naturais dos rios: prejuízos à saúde, risco de vida e perdas e danos materiais. A *ocupação consolidada* nas APPs dificulta a aplicação de alternativas como restauração das matas ciliares e renaturalização dos rios. Desse modo, para buscar a prevenção ou a mitigação da deflagração de processos erosivos e outras formas de degradação nas APPs, é importante focar nos dispositivos de dissipação de energia, áreas de infiltração e em bacias de contenção.

5.3.2. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos

Durante as visitas técnicas realizadas, foram mapeadas possíveis áreas de ocorrência de erosões e assoreamentos. Cada um desses eventos são descritos a seguir:

5.3.2.1. Erosões

Segundo Magalhães (2001), a erosão é um processo natural e é definida como "um processo mecânico que age em superfície e profundidade, em certos tipos de solo e sob determinadas condições físicas, naturalmente relevantes, tornando-se críticas pela ação catalisadora do homem. Traduz-se na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição pelas águas, ventos ou geleiras".

As erosões são causadas pela energia cinética associada ao escoamento d'água, que pode atingir níveis muito elevados e provocar danos em diversas estruturas, como vias, em especial as não pavimentadas, e encostas dos corpos d'água. Diversos dispositivos podem ser utilizados a fim de dissipar a energia do escoamento e, consequentemente, reduzir o processo erosivo, como bacias de dissipação, dissipadores de jato, dissipadores de impacto, dissipadores em degraus e bacias de dissipação na rede de microdrenagem.

Durante a visita foram detectados problemas de erosão existentes no município. Um ponto com esse tipo de problema está retratado na Figura 39. Próximo à rodovia Municipal Wardemar Penna, havia uma grande erosão comprometendo a estrada. O problema foi resolvido com a instalação de gabiões para sustentação do talude da estrada, porém não foi observada a existência de tubulação com dissipador de energia, o que pode contribuir para reincidência no futuro.

Figura 39 - Erosão em morro de Caranaíba

Fonte: SHS (2015)

Segundo o PARH Piranga (2010), a suscetibilidade à erosão do município de

Caranaíba é forte, com alta produção de sedimentos, na faixa entre 50 a 100ton/km²/ano.

5.3.2.2. Assoreamento

O assoreamento é um processo natural que ocorre nos corpos d´água e que consiste no depósito de sedimentos que foram erodidos durante a formação do leito do rio. Esse processo pode ser acelerado com uso e ocupação indevidos do solo, como por exemplo, a retirada de matas ciliares e de encostas. Segundo Carvalho (1994), a sedimentação é um processo derivado do sedimento, abrangendo a erosão, transporte nos cursos d`água e deposição dos sedimentos.

Durante a visita atentou-se para locais em que o assoreamento fosse perceptível. A Figura 40 mostra um desses locais, na ponte 1. Isso se deve ao perfil geomorfológico do município, cujo relevo é caracterizado pelo elevado número de morros e alta declividade. Além disso, é praticado o plantio nos morros, cujo preparo da terra pode favorecer o desprendimento e carreamento de partículas de solo das cotas mais elevadas para as áreas mais baixas, no caso de precipitações.

Figura 40 - Córrego afluente do córrego Cachoeira assoreado

Fonte: SHS (2015)

ASCE e WEF (1992), Braga e Carvalho (2003) e Tucci (2007) citam alguns efeitos da urbanização, sem o devido planejamento, sobre o sistema de drenagem das águas pluviais e que são observados no município de Caranaíba:

- O desmatamento e as alterações na cobertura vegetal reduzem a

interceptação vegetal, a evapotranspiração e a proteção natural do solo contra os efeitos da erosão.

- Aumento da produção de sedimentos.
- A disposição inadequada de resíduos sólidos causa a obstrução de canais e condutos.
- O comportamento deficiente das redes de drenagem, devido a subdimensionamentos ou entupimentos e obstruções das secções de escoamento, gerando alagamento de vias e de várzeas dos rios.
- Problemas de índole ambiental, nomeadamente, o aumento de sólidos em suspensão, diminuição do oxigênio dissolvido, aumento da carga bacteriológica e contribuição para a ocorrência de eutrofização do meio receptor.
- A predominante ausência de áreas marginais aos cursos d'água que tenham o tamanho e a constituição de cobertura vegetal nativa adequados.
- A contínua impermeabilização das bacias hidrográficas, resultando no aumento do escoamento superficial que, por sua vez, deflagra processos erosivos e assoreia os leitos dos rios e córregos que cortam a cidade, podendo resultar em enchentes.
- A inadequação do sistema de microdrenagem, como ausência de bocas-de-lobo, dissipadores de energia e cadastro da rede de drenagem.

Constata-se que o município, para solucionar os problemas de alagamentos, precisa de ações de ordem estrutural (projetos e intervenções) e não estrutural (programas, mapeamentos, tanto do setor de drenagem de águas pluviais, como também de coleta e transporte de efluentes e resíduos sólidos). Trata-se, portanto, de soluções de ordem multissetorial. A questão da drenagem urbana deve também envolver aspectos ambientais, sanitários, urbanísticos e paisagísticos, uma vez que podem vir a poluir os corpos receptores e mananciais de abastecimento, podendo vir a prejudicar a função dos cursos d'água como elemento de embelezamento e de paisagem das cidades, além de expor a população às doenças de veiculação hídrica, como esquistossomose, leptospirose, febre tifoide, cólera, verminoses dentre outras (BAPTISTA et al., 2005).

5.3.3. Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações

Através de simulações hidrológicas é possível obter a vazão máxima observada para um determinado período em dada bacia, enquanto simulações hidráulicas fornecem estimativas da capacidade de escoamento de um canal. Estudando-se essas simulações é possível avaliar se o canal de drenagem suporta a vazão de água que passará por ele e, a partir desse estudo, propor medidas para evitar futuros problemas. Para se conhecer a vazão limite de um canal é necessário o conhecimento de sua geometria, como largura de fundo, profundidade, declividade das encostas, entre outros.

Para esse diagnóstico, foi realizado um estudo de vazões da bacia do ribeirão Papagaio e do córrego sem nome (afluente do córrego Cachoeira), que corta a área urbana, com base em suas geometrias e utilizando-as nas simulações propostas. As simulações realizadas tiveram como objetivo verificar a capacidade de escoamento desse rio. Para obter a intensidade das chuvas, foi utilizada a equação de chuvas intensas do município de Bragança Paulista, apresentada por Martinez Junior e Magni (1999). O uso dessa equação de chuvas intensas justifica-se por ambos os municípios estarem próximos da Serra da Mantiqueira e assim apresentarem climas parecidos, além do fato de que o objetivo deste diagnóstico é o de fornecer uma ordem de grandeza para as cheias do rio e não dimensionar estruturas hidráulicas, o que demandaria simulação mais precisa.

A equação pode ser expressa por:

$$i(t,T) = 33{,}7895 \cdot (t+30)^{-0{,}8832} + 5{,}4415 \cdot (t+30)^{-0{,}8442} \cdot \left[-0{,}4885 + -0{,}9635 \cdot \ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

Para $10 \leq t \leq 1440$

Onde:

i= intensidade pluviométrica (mm/min);

t= duração da chuva em minutos;

T= período de retorno em anos.

Com a finalidade de quantificar as equações de cheia, resultantes de chuvas intensas, é necessária a definição de transformação da chuva em deflúvio superficial. Partindo da distribuição da intensidade de chuva é possível construir um hidrograma de vazões, Q(t). O hidrograma é o reflexo de vários aspectos da bacia, incluindo:

- área de drenagem;

- permeabilidade;
- uso e ocupação do solo;
- tipo de precipitação que ocorreu sobre a bacia.

Existem diversos modelos matemáticos cuja função é transformar as precipitações que ocorrem em uma bacia hidrográfica em vazão. Nesse diagnóstico, para se estimar as vazões máximas da bacia em questão, foi utilizado o Método Modificado de I-PAI-WU (WU, 1.963. Esse método é aplicado para pequenas bacias hidrográficas, com área de drenagem de até 260km^2, como é o caso das bacias analisadas. De acordo com o método, a vazão de pico é obtida pela seguinte expressão:

$$Q_p = 0{,}279.C.I.A^{0{,}9}.k$$

Em que:

Qp = vazão de pico (m³/s);

C = coeficiente de escoamento superficial global;

I =intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de drenagem (km²);

k = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Os coeficientes adimensionais C e k dependem do uso e ocupação do solo e da forma da bacia, respectivamente. Portanto, foi necessário delimitar os usos do solo, classificando cada área de acordo com a impermeabilidade, além de traçar o talvegue e obter sua respectiva declividade.

Utilizando as cartas planialtimétricas do IBGE referentes à região do município de Caranaíba, foi traçada a delimitação da bacia e seu talvegue. Os principais dados referentes à bacia são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características das sub-bacias analisadas

Sub-bacia	Área da Bacia (km²)	Comprimento do Talvegue (km)	Δh (m)	Declividade Média	Declividade Equivalente	C_2
				(m/km)		
Afluente do córrego Cachoeira	0,698	0,826	16	19,37	12,05	0,30
Ribeirão Papagaio	27,750	10,87	343	31,56	13,35	0,25

Fonte: SHS (2015)

Para o estudo das vazões máximas no canal, foram estudados dois pontos críticos da rede de drenagem da malha urbana do município.

Com os pontos definidos, realizou-se o estudo hidrológico da bacia com o objetivo de determinar para cada um deles a vazão máxima para precipitações com períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Os valores das vazões máximas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Simulação hidrológica dos pontos estudados.

Pontos críticos	$Q_{máx}$ (m³/s)					
	Tr					
	2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Ponte 1	2,87	3,83	4,46	5,26	5,85	6,44
Ponte 2	20,39	25,43	28,77	32,98	36,11	39,21

Fonte: SHS (2015)

As inundações ocorrem quando a vazão máxima de escoamento é superior à capacidade do canal. Dessa forma, é necessário determinar as vazões limites suportadas pelo rio nos dois estreitamentos (pontes). Para tanto, utilizou-se a expressão proposta por Manning para determinação de vazão em canais e galerias:

$$Q = \frac{A.R_h^{2/3}.S^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q = vazão do canal (m³/s);

A = área da seção molhada (m²);

Rh = raio hidráulico (m);

S = declividade (m/m);

n = coeficiente de Manning.

As dimensões do rio, bem como as respectivas capacidades de vazão, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados

Pontos críticos	Largura do fundo do canal (m)	Altura do canal (m)	Declividade (m/m)	n	Q (m³/s)
Ponte 1	1,5	0,45	0,0102	0,035	1,17
Ponte 2	2,5	2,0	0,0316	0,035	31,72

Fonte: SHS (2015)

Com os dados de vazão limite obtidos para cada ponto e com as vazões

máximas para diferentes tempos de retorno é possível estimar os possíveis cenários de inundação nos pontos estudados.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das simulações hidrológicas e dos estudos hidráulicos para as precipitações com período de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. As células marcadas em verde são referentes a vazões de pico que não representariam cenários de inundação, enquanto que as células em vermelho representam áreas com previsão de inundação para o período de retorno analisado.

Tabela 4 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Caranaíba

Pontos críticos	Q_{limite} (m^3/s)	$Q_{máx}$ (m^3/s)					
		Tr					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Ponte 1	1,17	2,87	3,83	4,46	5,26	5,85	6,44
Ponte 2	31,72	20,39	25,43	28,77	32,98	36,11	39,21

Fonte: SHS (2015)

Observa-se na Tabela 4 que, pela simulação, o canal da ponte 1 não suporta a vazão máxima para todos os períodos de retorno de precipitação analisados. Já o canal da ponte 2 suporta as vazões máximas para precipitações de períodos de retorno de até 10 anos, sendo que para períodos a partir de 25 anos a vazão excede o suportado pelo canal.

A bacia da primeira ponte tem uma considerável área urbana em relação à sua totalidade, o que contribui para maior pico de vazão devido à impermeabilização do solo pela urbanização. Já a segunda bacia, por ter uma área de contribuição maior, embora menos impermeabilizada, apresenta um escoamento superficial maior.

Assim, mesmo o município não apresentando histórico de inundação nos dois pontos amostrados, a simulação hidrológica e hidráulica demonstrou que há risco desses eventos ocorrerem. Assim, faz-se necessária a adoção de medidas de controle da impermeabilização da bacia, da preservação de APP e encostas, além de um plano de gestão de emergências para casos de inundação. Essas medidas de controle e prevenção serão detalhadas nos relatórios posteriores.

5.3.4. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

A adoção de indicadores de desempenho pode ser uma medida eficaz para avaliar o funcionamento do sistema de drenagem, acompanhar a elaboração e a eficácia dos programas e projetos referentes ao setor, assim como definir prioridades de investimentos.

Desta maneira, este plano propõe a utilização de alguns indicadores que irão permitir uma visualização objetiva do setor de drenagem do município de Caranaíba e avaliar sua evolução ao longo do horizonte de projeto deste Plano de Saneamento Básico. É importante ressaltar que a representatividade de cada indicador está vinculada à obtenção sistemática de dados e monitoramento do sistema, que deve ser realizado pelos gestores do sistema de drenagem urbana.

Os indicadores apresentados a seguir foram elaborados com base no Manual de Drenagem e Manejo de Água Pluviais do município de São Paulo – SP.

Grau de Impermeabilidade do Solo

Este grupo de indicadores expressa as modificações do ambiente urbano devido ao processo de urbanização.

Os problemas associados à drenagem urbana quase sempre estão vinculados ao crescimento urbano desordenado, responsável por ocupar áreas naturais de inundação ou o próprio leito dos rios, impermeabilizar o solo, lançar esgotos e resíduos sólidos nos canais de drenagem, entre outros. Por isso, é importante que o crescimento populacional seja avaliado, indicando a necessidade de criação ou reavaliação de instrumentos de ordenação urbana. Entre os indicadores desse grupo, destacam-se:

I_{CP}: Índice de crescimento da população urbana – a partir de dados censitários (%);

Segundo o IBGE (2010), entre os anos de 2000 e 2010, a população de Caranaíba apresentou um índice de crescimento urbano de 0,56% ao ano, passando de 6.345 para 6.547 habitantes.

Índice de áreas verdes urbanas:

As áreas verdes desempenham um papel importante na drenagem de uma bacia. A vegetação pode contribuir para infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e, consequentemente, reduzindo o volume de água que chega aos canais de drenagem e evitando processos erosivos. Além disso, pode diminuir a

velocidade do escoamento, o que pode contribuir para a redução da intensidade das vazões de pico.

$$I_{AV} = \frac{A_V}{P_{urb}}$$

I_{AV}: Índice de áreas verdes urbanas (m²/habitante);

A_V: Áreas verdes urbanas (m²);

P_{urb}: População urbana (habitante).

<u>Índice de área impermeabilizada:</u>

Enquanto as áreas verdes atuam de forma indireta para reduzir os problemas de drenagem, áreas impermeabilizadas atuam de forma contrária, impedindo a infiltração das águas da chuva no solo, elevando o escoamento superficial. Como consequência, centros urbanos altamente impermeabilizados apresentam frequentemente problemas no sistema de drenagem urbana.

$$I_{AImp} = 100\,\frac{A_i}{A_t}$$

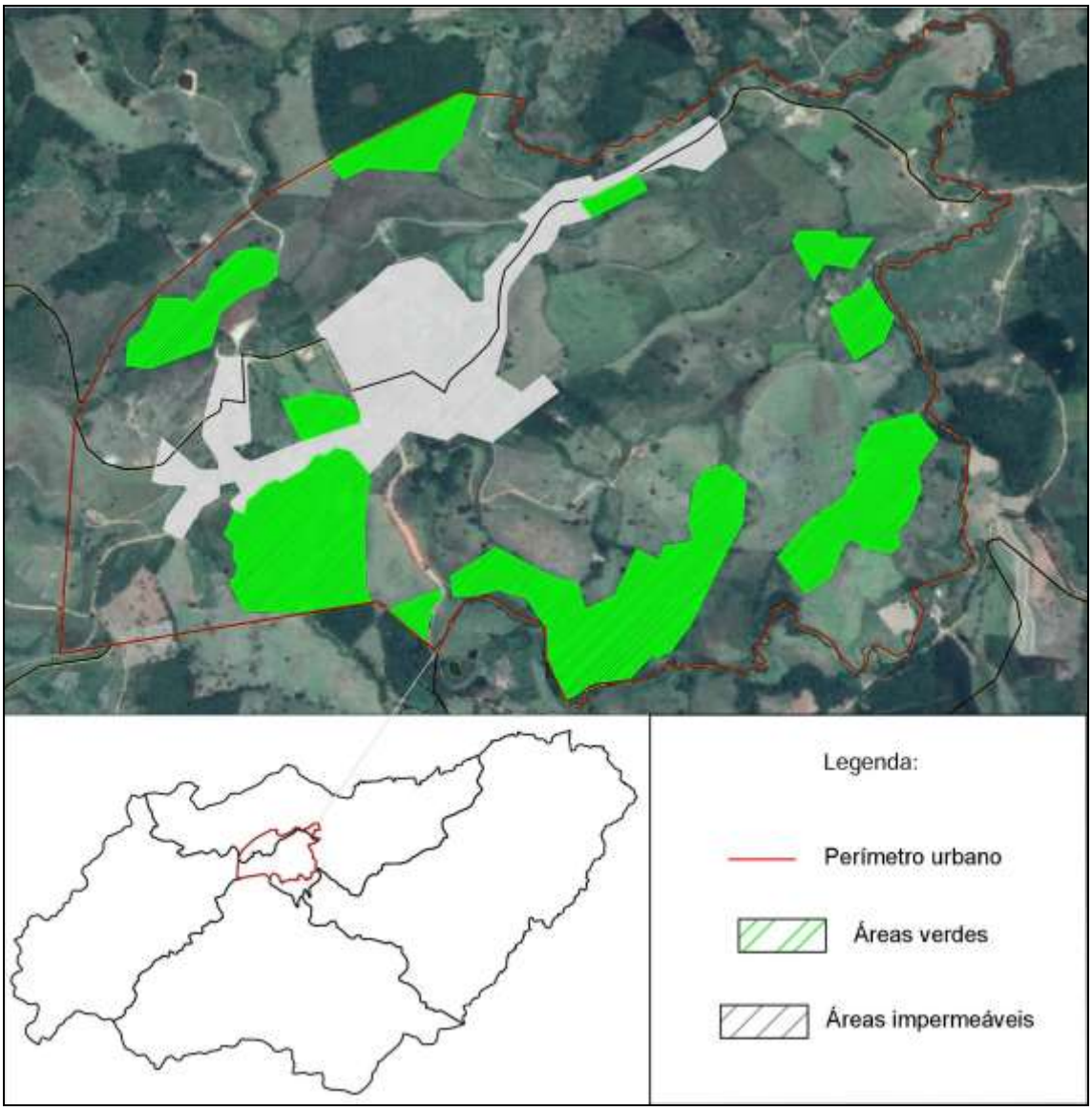
I_{AImp}: Índice de áreas impermeabilizadas (%);

A_i: Áreas impermeabilizadas (km²);

A_t: Área urbana total (km²).

Com auxílio das imagens de satélite do município (GoogleEarth©), foi possível delimitar as áreas com vegetação mais densa e as áreas impermeabilizadas presentes no perímetro urbano de Caranaíba (Figura 41), possibilitando obter os parâmetros necessários para o cálculo dos índices apresentados. Vale destacar que a delimitação do perímetro urbano foi traçada a partir do mapa dos setores censitários do Estado de Minas Gerais (IBGE,2010). A Tabela 5 apresenta tanto os resultados da análise das imagens da Figura 41, quanto o valor referente a cada índice.

Figura 41 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Caranaíba



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Tabela 5 - Índices de Áreas Verdes e Áreas Permeáveis para o município de Caranaíba

Perímetro Urbano (km²)	Áreas Verdes (km²)	Áreas Impermeáveis (km²)	População Urbana (hab.)	Taxa média geométrica de crescimento anual (%)	Índice de Áreas Verdes (m²/hab)	Índice de Áreas Impermeabilizadas (%)
3,720	0,648	0,396	6.547	0,56	99,00	10,65

Fonte: SHS (2015)

Gestão da Drenagem Urbana

A eficiência da gestão da drenagem urbana pode ser avaliada em função dos indicadores a seguir:

Índice de cadastro da rede existente:

Para garantir a eficiência do sistema de drenagem, é necessário estabelecer uma rotina de manutenção de operação da rede de drenagem e seus componentes. Desta maneira, a execução do cadastro das redes de drenagem torna-se uma tarefa essencial para certificar que toda rede de drenagem será atendida por procedimentos de manutenção preventiva e operação.

$$I_{RE} = \frac{E_{RC}}{E_{RE}}$$

I_{RE}: Índice de cadastro de rede existente (%);

E_{RC}: Extensão de rede cadastrada (m);

E_{RE}: Extensão de rede estimada (m).

O município de Caranaíba não possui atualmente cadastro da rede que informe a localização e quantidade de dispositivos da rede, o diâmetro exato e seu estado atual. Portanto, para Caranaíba, esse índice tem como valor 0%

Gestão de eventos hidrológicos extremos

Este grupo de indicadores tem por objetivo avaliar a ocorrência de pontos de inundação e a existência de monitoramento do sistema de drenagem. Os indicadores sugeridos são:

Incidência de alagamentos no município

O diagnóstico do sistema de drenagem de Caranaíba apontou que o município não possui nenhum histórico de inundações causadas pelas cheias dos corpos d'água presentes no perímetro urbano do município. Os indicadores propostos a seguir pretendem mostrar a evolução e a eficácia das medidas adotadas para solucionar os problemas de drenagem, caso ocorram.

Pontos inundados área urbana:

$$I_{PI} = \frac{N_{PI}}{P}$$

I_{PI}: Índice de pontos inundados (pontos inundados/ano);

N_{PI}: Número de pontos inundados;

P: Período de tempo (ano).

O município de Caranaíba não apresenta tais pontos. Portanto, para Caranaíba, esse índice tem como valor 0 (zero).

Domicílios atingidos:

$$I_{DA} = \frac{N_{DA}}{P}$$

IDA: Índice de domicílios atingidos por inundação no ano (domicílios/ano);

NDA: Número de domicílios atingidos (domicílios);

P: Período de tempo (ano).

O município de Caranaíba não apresenta ocorrência. Portanto, para Caranaíba, este índice tem como valor 0 (zero).

Estações de monitoramento

O monitoramento de dados pluviais e fluviais é essencial para entender perfeitamente o funcionamento do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Esses dados também dão suporte às simulações hidráulicas e hidrológicas dos dispositivos de drenagem, dando maior embasamento ao diagnóstico e permitindo a realização de cenários.

O monitoramento pluviométrico e fluviométrico também são importantes para elaboração de sistemas de alerta, permitindo a retirada antecipada da população que se encontra nas áreas de risco.

Segundo dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), o município de Caranaíba conta com uma estação para monitoramento de dados meteorológicos, apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Sistema de informações hidrológicas - estações localizadas no município de Caranaíba

Nome	Responsável	Operadora	Tipo de estação
Fazenda do Retiro	ANA	ANA	Fluviométrica

Fonte: HidroWeb (2015)

Monitoramento Pluviométrico:

$$I_{MP} = \frac{N_{Pluv}}{A_c}$$

I_{MP}: Índice de monitoramento pluviométrico (unidades/km²);

N_{Pluv}: Número de estações pluviométricas (unidades);

A_C: Área da bacia de contribuição (km²);

Portanto, para Caranaíba este índice é 0 (zero).

Monitoramento Fluviométrico:

$$I_{MF} = \frac{N_{Fluv}}{E_{MD}}$$

I_{MF}: Índice de monitoramento fluviométrico (unidades/km);

N_{Fluv}: Número de estações fluviométricas (unidades);

E_{MD}: Extensão dos componentes da macrodrenagem (km);

Portanto, para Caranaíba este índice é 0,0920.

Salubridade ambiental

O sistema de drenagem urbana também tem papel fundamental em questões sanitárias, pois é ele que coleta e destina de uma maneira adequada as águas pluviais. Portanto, sem ele essas águas se acumulariam, acarretando em criadouros de vetores. As principais doenças relacionadas ao mau funcionamento de drenagem urbana e rural estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Doenças relacionadas à drenagem

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido.	esquistossomose.	- evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase).	- combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros.

Fonte: Barros et al 1995

Segundo BRASIL (2010), as doenças cuja incidência está relacionada às deficiências na drenagem urbana são: leptospirose, DDA (doenças diarreicas agudas), hepatite A, sarampo, rubéola, tétano acidental, meningites, influenza, dengue e shigelose.

Foi consultado o banco de dados do DATASUS para aferição da ocorrência dessas doenças, relacionadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Morbidade por doenças relacionadas à falta de drenagem adequada (SUS 2-15)

Lista Morbidade (CID-10)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Diarreia e gastroenterite	1	4	5	3	3	3	-	2	21
Outras doenças infecciosas intestinais	1	-	-	-	3	1	1	-	6
Dengue	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Influenza	-	1	-	2	-	-	-	-	3

Fonte: DATASUS (2015)

Como é possível observar nessa tabela, das doenças citadas que estão relacionadas à deficiência em drenagem o município apresenta três delas, sendo diarreia e gastroenterite as mais recorrentes.

Os indicadores apresentados a seguir demonstram a evolução da salubridade ambiental do município.

Incidência de leptospirose:

$$I_L = \frac{N_{CL}}{P_{urb}}$$

I_L: Índice de casos de leptospirose (%);

N_{CL}: Número de habitantes com leptospirose em um ano (habitante);

P_{urb}: População urbana (habitante).

Segundo os dados coletados, o município não apresenta tal incidência, portanto, para Caranaíba, este índice é 0%.

Incidência de outras doenças de veiculação hídrica:

$$I_{DVH} = \frac{N_{DVH}}{P_{urb}}$$

I_{DVH}: Índice de casos de doenças de veiculação hídrica (%);

N_{DVH}: Número de habitantes com alguma doença de veiculação hídrica (habitante);

P_{urb}: População urbana (habitante).

Portanto, para o ano de 2010, ano do último censo, esse índice foi de 0,00076.

O Quadro 22 apresenta uma síntese dos indicadores de drenagem:

Quadro 22 - Indicadores de drenagem

Grupos de indicadores	Indicador	Caranaíba
Grau de Impermeabilidade do Solo	Taxa de crescimento da população urbana (%)	0,56
	Nível de áreas verdes urbanas (m²/hab)	99,00
	Proporção de área impermeabilizada (%)	10,65
Gestão da Drenagem urbana	Cadastro da rede existente (%)	-
Incidência de alagamentos no município	Pontos inundados na área na área urbana (pontos inundados / ano)	-
	Domicílios atingidos (domicílios atingidos/ ano)	-
	Monitoramento pluviométrico (unidade/ Km²)	-
	Monitoramento fluviométrico (unidade/ Km)	0,0920
Salubridade Ambiental	Incidência de leptospirose (%)	-
	Incidência de outras doenças de veiculação hídrica (%)	0,0008

Fonte: SHS (2015)

5.4. Situação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

5.4.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

O município de Caranaíba integra, juntamente com outros cinco municípios, o Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo - URC, e participa do Minas sem Lixões, programa do Governo de Minas coordenado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam).

O Consórcio URC foi formado em 2004 e entre as ações conjuntas de manejo dos resíduos sólidos estava a instalação de uma unidade de reciclagem e compostagem, tendo como sede o município de Cristiano Otoni. Esse empreendimento foi concretizado em 2010. Por meio dessa iniciativa municípios como Caranaíba conseguem reaproveitar e reciclar o lixo.

Para se associar ao consórcio URC, o município apresentou um instrumento legal que autorizava o Executivo a compor o consórcio, a Lei Municipal de Carnaíba nº 543, de 22 de dezembro de 2003.

Uma das premissas para manter a eficiência da usina e prolongar a sua vida útil é a coleta seletiva nos municípios participantes.

O programa de coleta seletiva foi implantado em Caranaíba por iniciativa da Prefeitura Municipal em Julho de 2007 e revitalizado, com apoio técnico da FIP, em março de 2011, com abrangência na área urbana.

Na ocasião foram confeccionados placas e *folders*, que foram distribuídos à população (Figura 42, Figura 43 e Figura 44).

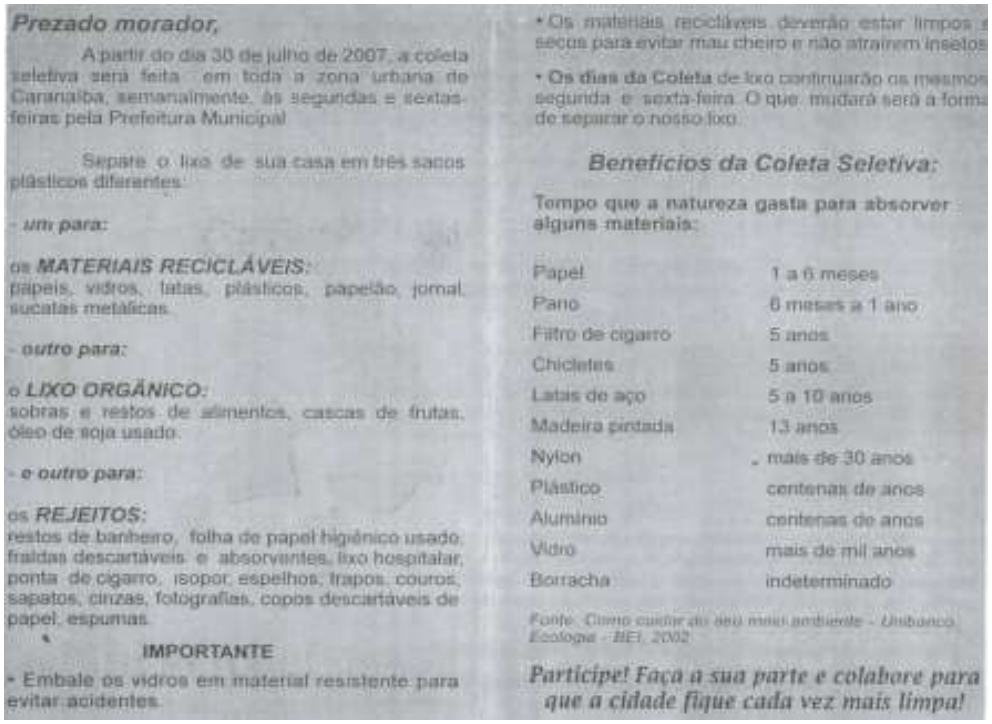
Figura 42 - Placa confeccionada para o programa de coleta seletiva em 2011

Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

Figura 43 - Folder educativo confeccionado para o programa de coleta seletiva em 2011

Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

Figura 44 - Folder educativo confeccionado para o programa de coleta seletiva em 2011



Prezado morador,

A partir do dia 30 de julho de 2007, a coleta seletiva será feita em toda a zona urbana de Caranaíba, semanalmente, às segundas e sextas-feiras pela Prefeitura Municipal.

Separe o lixo de sua casa em três sacos plásticos diferentes:

- *um para:*

os ***MATERIAIS RECICLÁVEIS:***
papéis, vidros, latas, plásticos, papelão, jornal, sucatas metálicas.

- *outro para:*

o ***LIXO ORGÂNICO:***
sobras e restos de alimentos, cascas de frutas, óleo de soja usado.

- *e outro para:*

os ***REJEITOS:***
restos de banheiro, folha de papel higiênico usado, fraldas descartáveis e absorventes, lixo hospitalar, ponta de cigarro, isopor, espelhos, trapos, couros, sapatos, cinzas, fotografias, copos descartáveis de papel, espumas.

IMPORTANTE

• Embale os vidros em material resistente para evitar acidentes.

• Os materiais recicláveis deverão estar limpos e secos para evitar mau cheiro e não atraírem insetos.

• **Os dias da Coleta** de lixo continuarão os mesmos: segunda e sexta-feira. O que mudará será a forma de separar o nosso lixo.

Benefícios da Coleta Seletiva:

Tempo que a natureza gasta para absorver alguns materiais:

Papel	1 a 6 meses
Pano	6 meses a 1 ano
Filtro de cigarro	5 anos
Chicletes	5 anos
Latas de aço	5 a 10 anos
Madeira pintada	13 anos
Nylon	mais de 30 anos
Plástico	centenas de anos
Alumínio	centenas de anos
Vidro	mais de mil anos
Borracha	indeterminado

Fonte: Como cuidar do seu meio ambiente - Unibanco Ecologia - BEI, 2002

Participe! Faça a sua parte e colabore para que a cidade fique cada vez mais limpa!

Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

Atualmente, o programa não apresenta efetividade. A população não é incentivada a segregar os resíduos e a coleta não possui estrutura adequada para atendimento, tais como, veículo adaptado ou de uso exclusivo para coleta de recicláveis e coletores seletivos em condições adequadas nos espaços públicos.

O município não dispõe de programas que incentive a aplicação dos 3Rs, já que as ações de mobilização e divulgação foram realizadas apenas na época da implantação do Programa de Coleta Seletiva.

Cabe ressaltar que em 2013 o município iniciou o Projeto Preservar, que consiste em sensibilizar alunos do 1° ao 5° ano da rede municipal quanto a temas relacionados ao meio ambiente. Entre os assuntos tratados nesse tema foram abordados os resíduos sólidos, recursos hídricos e queimadas.

No arcabouço legal municipal, tem destaque o Plano Diretor, instrumento legal que trata especificamente dos resíduos sólidos no seu art. 109 -“Objetivos da política municipal de gestão integrada de resíduos sólidos”.

5.4.2. Descrição e análise do sistema

O sistema de limpeza urbana é constituído de atividades relacionadas à limpeza do espaço coletivo urbano. Os serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, capina, podas de árvores urbanas, manutenção de áreas verdes, remoção de cadáveres de animais, de veículos abandonados, dentre outros, fazem parte desse sistema.

O manejo de resíduos sólidos relaciona-se aos resíduos gerados predominantemente nos ambientes internos, coletivos ou não, suas formas de segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transbordo, transporte, tratamento e disposição final.

A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto 7404 de 23 de dezembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresenta a classificação dos resíduos segundo sua origem:

- resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos da limpeza urbana, aqueles gerados em ETAs, ETEs e aterros sanitários, os resíduos dos serviços de saúde, da construção civil e dos transportes.

Cabe ressaltar que, nesse contexto, o termo de referência do presente contrato destaca que deverá ser contemplado o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), de acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e de seu Decreto de Regulamentação nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Assim, o diagnóstico do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos levará em consideração a itemização exigida pelo art 19 desse instrumento legal.

Neste diagnóstico foram estabelecidas sete classes gerais de resíduos em função de sua origem. Essa classificação foi adotada considerando as informações disponíveis no município de Caranaíba, suas particularidades e o atendimento à Lei 12.305/2010. Assim, as seguintes classes foram abordadas:

- **resíduos sólidos urbanos**: são os resíduos domiciliares somados aos resíduos de limpeza urbana e aos resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, ou seja, englobam as três categorias anteriores. Adotou-se essa convenção neste plano devido ao fato de que essas três categorias são atendidas pelo mesmo serviço de coleta de resíduos urbanos;
- **resíduos industriais**: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- **resíduos de serviços de saúde**: os gerados nos serviços de saúde (ex: hospitais, clínicas, consultórios, farmácias, laboratórios de análises clínicas, etc.), conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
- **resíduos da construção civil**: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- **resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os lodos gerados nas estações de tratamento de água e esgoto e o material proveniente do desassoreamento de cursos d'água;
- **resíduos especiais :** são aqueles que possuem características tóxicas, radioativas e contaminantes e, por conta dessas características, merecem cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte e disposição final. Dentro da classe de resíduos de fontes especiais, merecem destaque os seguintes resíduos:
- pilhas e baterias;
- lâmpadas fluorescentes;
- óleos lubrificantes;
- pneus;
- embalagens de agrotóxicos;
- radioativos.
- **Resíduos de responsabilidade do gerador**

a) Resíduos de serviços de transportes : resíduos gerados em terminais, dentro dos navios, aviões e veículos de transporte, tendo sua origem no consumo realizado pelos passageiros.

b) Resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

c) Resíduos de mineração: os gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A responsabilidade pelo sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Caranaíba é da Prefeitura Municipal, por meio do Setor de Obras.

A seguir será apresentada a situação do manejo dos resíduos sólidos em Caranaíba, conforme a origem.

5.4.2.1. Resíduos sólidos urbanos

Para a descrição dos serviços de coleta e manejo dos resíduos sólidos urbanos, separou-se a descrição para os resíduos domiciliares e comerciais e os de limpeza urbana, descritos a seguir. A população paga uma taxa anual simbólica pelo serviço de coleta de resíduos, no valor de R$ 5,00.

5.4.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais

Acondicionamento

Os resíduos são acondicionados em sacos plásticos e dispostos nos passeios pelos munícipes, com aproximadamente uma hora de antecedência da coleta. Em média, os resíduos permanecem em torno de 30 minutos nos passeios para posterior remoção.

Coleta

Conforme a Prefeitura de Caranaíba informou que o serviço de coleta de resíduos domiciliares e comerciais atende a 100% da população urbana e aproximadamente a 70% da rural.

A coleta de resíduos sólidos urbanos, de responsabilidade da Prefeitura Municipal, é realizada, porta a porta, duas vezes por semana, às segundas e quintas

feiras. São quatro funcionários trabalhando nessa frente, sendo três coletores e um motorista.

Na zona rural, existem alguns pontos de coleta, como: Campinho, Ponto do Leito e Bernardo Correa. Nas demais localidades da zona rural não existem coleta e a própria população é responsável pela destinação final de seus resíduos sólidos que geralmente são queimados.

A Prefeitura Municipal dispõe de quatro caminhões, com capacidade de aproximadamente 11m^3, para a realização desses serviços, mas apenas dois são utilizados, um na coleta regular e outro na coleta de entulhos, folhas e galhos.

Os resíduos sólidos coletados através da coleta regular são transportados para a Usina de Triagem e Compostagem do Consórcio RCU, localizado em Cristiano Otoni (localizado a aproximadamente 12,5Km de Caranaíba).

Transporte

O caminhão que faz o transporte percorre em média 520Km por mês, fazendo apenas uma viagem por dia até a usina.

Transbordo

Não há área de transbordo no município.

Tratamento e destinação final

Os resíduos sólidos coletados são encaminhados para a Usina de Triagem e Compostagem do Consórcio RCU, localizado em Cristiano Otoni (localizado a aproximadamente 12,5Km de Caranaíba).

Na usina é feita a separação do material reciclável para comercialização, dos compostos orgânicos para a compostagem e dos rejeitos que seguem para a vala.

São observados vários pontos de descarte irregular de resíduos, conforme pode ser observado nas Figura 45, Figura 46 e Figura 47.

Figura 45 - Terreno baldio onde a população deposita resíduos inadequadamente

Fonte: SHS (2015)

Figura 46 - Resíduos espalhados em terreno baldio

Fonte: SHS (2015)

Figura 47 - Local onde ocorre disposição inadequada de resíduos sólidos

Fonte: SHS (2015)

A Prefeitura Municipal realiza a remoção de animais mortos encontrados em áreas públicas. Além disso, caso seja solicitado, funcionários deslocam-se até a propriedade onde o animal morreu para enterrá-lo.

5.4.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana

Acondicionamento

Os resíduos da varrição são armazenados em sacos de lixo, posteriormente coletados em um caminhão e dispostos em uma área no Parque de Exposições.

Coleta

A varrição das ruas ocorre em aproximadamente 90% da área urbana. Esse serviço é realizado diariamente por quatro funcionários, os quais contam com carrinhos de mão, pás e vassouras, mas não utilizam uniformes nem qualquer equipamento de proteção individual (EPI`s).

Os serviços de poda, capina e jardinagem são realizados, conforme a necessidade, por nove funcionários na área urbana. Na área rural esse serviço não acontece. Esses funcionários realizam também a limpeza dos bueiros, sempre que necessário e utilizam EPI`s como óculos, perneiras, botas e luvas. Nunca houve nenhum acidente durante a realização desses trabalhos.

Existe cobertura insuficiente de lixeiras espalhadas pelo município. Com isso, muitos resíduos se acumulam e acabam sendo descartados em terrenos baldios pelo próprio serviço de limpeza urbana.

Transporte

O transporte dos resíduos de limpeza urbana é realizado com caminhão da prefeitura, destinado para transporte de RCC, podas e capina tanto na sede quanto no distrito.

Transbordo

Não há área de transbordo no município.

Tratamento e Destinação final

Os resíduos de limpeza urbana são encaminhados para a Usina de Triagem e Compostagem do Consórcio RCU, localizado em Cristiano Otoni (localizado a aproximadamente 12,5 Km de Caranaíba). Juntamente com os resíduos domiciliares e comerciais.

5.4.2.2. Resíduos de responsabilidade do gerador

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) os geradores de: resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos de mineração; resíduos perigosos; e aqueles que não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. Também devem elaborar o PGRS as empresas de construção civil, os responsáveis pelos terminais rodoviários e outras instalações relacionadas a transportes e os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelos órgãos competentes. Entretanto, não se pode exigir o atendimento a essas disposições legais sem o devido cadastramento desses geradores, além da fiscalização e monitoramento dos mesmos.

5.4.2.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

Como a atual estação de tratamento de esgotos não produz resíduos, por estar inoperante, os resíduos dos serviços públicos de saneamento básico restringem-se ao lodo produzido na ETA da sede, uma vez que as demais localidades são abastecidas por manancial subterrâneo sem tratamento que gere resíduos.

Acondicionamento, Coleta, Transporte, Transbordo e Tratamento

O lodo da ETA não é acondicionado, coletado, transportado ou tratado e sim disposto diretamente no corpo d´água.

Destinação final

O lodo da ETA de é encaminhado diretamente para corpo d'água como apresentado nos diagnósticos dos sistemas de abastecimento e tratamento de água e afastamento e tratamento de esgotos.

5.4.2.2.2. Resíduos Sólidos Industriais

No Cadastro Industrial de Minas Gerais (CIEMG/FIEMG, 2015) não foram encontradas empresas registradas no município de Caranaíba.

5.4.2.2.3. Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde

Acondicionamento

Os resíduos dos serviços de saúde gerados nos estabelecimentos públicos de saúde são acondicionados em conformidade com a NBR 12809/93 da ABNT.

Coleta

Os resíduos dos Serviços de Saúde são coletados por uma empresa terceirizada denominada INCECO, localizada em Conselheiro Lafaiete-MG (distante 31,7 Km de Caranaíba-MG).

A coleta é realizada na Unidade de Pronto Atendimento, de 15 em 15 dias. No ano de 2014, a prefeitura municipal gastou R$ 2.158,94 com esse serviço, uma média de aproximadamente R$ 180,00 por mês.

Transporte

O transporte dos resíduos dos serviços de saúde é de responsabilidade da empresa contratada.

Transbordo

Não há área de transbordo no município.

Tratamento

Os resíduos sólidos dos serviços de saúde são incinerados pela empresa especializada contratada pela Prefeitura Municipal, atualmente sendo a INCECO.

Disposição final

Depois de incinerados estes resíduos são dispostos em aterro licenciado.

5.4.2.2.4. Resíduos Sólidos da Construção Civil

Acondicionamento

Depois de coletados os RCC são encaminhados para armazenamento em uma área pertencente ao município (Parque de Exposições).

Coleta

Todos os resíduos dispostos em pontos de descarte inadequados são coletados pela prefeitura, com veículo próprio para este procedimento.

Transporte

O transporte dos resíduos de limpeza urbana é realizado com caminhão da prefeitura, destinado para transporte de RCC, podas e capina tanto na sede quanto no distrito.

Transbordo

Não há área de transbordo no município.

Tratamento

Não há tratamento deste tipo de resíduo no município.

Disposição final

Os RCC são dispostos em estradas vicinais para o controle de erosão.

5.4.2.2.5. Resíduos agrossilvopastoris

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Tratamento / Disposição final

Os geradores deste tipo de resíduo não se reportam à prefeitura sobre nenhuma das etapas da gestão dos resíduos.

5.4.2.2.6. Resíduos de serviços de transporte

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Tratamento / Disposição final

Os geradores deste tipo de resíduo não se reportam à prefeitura sobre nenhuma das etapas da gestão dos resíduos.

5.4.2.2.7. Resíduos de mineração

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Tratamento / Disposição final

No Cadastro Industrial de Minas Gerais (CIEMG/FIEMG, 2015) não consta que haja empresas de mineração no município.

5.4.2.3. Resíduos passíveis de logística reversa

A Prefeitura Municipal não registra as informações dos cadastros das empresas atuantes no município. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os geradores

sujeitos à logística reversa são os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I. agrotóxicos;
II. pilhas e baterias;
III. pneus;
IV. óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
V. lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
VI. produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Não existe cadastro municipal dos estabelecimentos que comercializam estes tipos de resíduos. Sabe-se que as embalagens de agrotóxicos são devolvidas pelo consumidor ao comerciante pelo consumidor, que as devolve ao fabricante.

Os pneus são coletados pela Prefeitura Municipal e armazenados em local coberto no Parque de Exposição (Figura 49). Entretanto, foram encontrados pneus depositados a céu aberto, em local inadequado (Figura 48). Esses pneus são, eventualmente, utilizados para o preenchimento de erosões.

As lâmpadas fluorescentes e os equipamentos eletrônicos são coletados juntamente com a coleta regular, ou seja, são destinados à usina de triagem e compostagem no município de Cristiano Otoni-MG.

Figura 48 - Local inadequado de disposição de pneus a céu aberto

Fonte: SHS (2015)

Figura 49 - Pneus armazenados em local coberto no Parque de Exposição.

Fonte: SHS (2015)

5.4.3. Identificação dos passivos ambientais

Segundo Consoni et al. (1995) lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela sua simples descarga sobre o solo, sem medida de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga de resíduos a céu aberto. Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos, entre outros), geração de mau cheiro e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos.

As principais alterações ambientais causadas por depósitos de resíduos em lixões podem ser resumidas como:

- Espalhamento de materiais particulados (poeiras) e de materiais leves pelo vento;
- Liberação de gases e odores decorrentes da decomposição biológica anaeróbia da matéria orgânica;
- Desprendimento de fumaça e emanação de gases;
- Poluição visual;
- Poluição das águas superficiais e subterrâneas pela percolação do chorume;
- Infiltração de líquidos percolados;
- Degradação superficial do solo;

- Poluição visual;
- Alteração da paisagem;
- Surgimento e proliferação inadequada de animais;
- Desvalorização de áreas do entorno e do local de disposição final.

O município de Caranaíba possui uma área de passivo ambiental relacionada ao antigo local de disposição de resíduos sólidos (Figura 50).

A área está localizada na zona rural do município (Latitude: 20°52’10,8ǁ e Longitude: 43°42’10,8ǁ). Os resíduos no local encontram-se recobertos e a área revegetada (vegetação espontânea).

Não há isolamento, placa de identificação e drenagem.

Figura 50 - Área do antigo lixão

Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

Cabe destacar também a existência de pontos de descarte inadequados de entulho e material de poda e capina apontados pelo Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014):

- Lote vago em frente à prefeitura, onde são dispostos resíduos domiciliares e entulho (Latitude 20° 52’ 26,9ǁ Longitude 43° 44’ 13,8ǁ);
- Ao lado do cemitério, onde são dispostos poda e entulho (Latitude 20° 52’ 34,6ǁ Longitude 43° 44’ 30,9ǁ); e
- Rua Duque de Caxias, onde são dispostos apenas entulho (Latitude 20° 52’ 29,2ǁ Longitude 43° 44’ 37,1ǁ).

Assim, como medidas saneadoras adicionais para essa área, podem ser citadas:

- Interrupção das atividades de disposição final de resíduos no atual lixão;
- Instalação de poços de monitoramento, podendo ser feito pela prefeitura ou empresa contratada;
- Implantar sistema de segurança, como cercas, no entorno dessas áreas, para que não haja mais depósitos irregulares de resíduos;
- Implementar sistema de drenagem de águas pluviais (controle de erosão), dos gases e dos percolados;
- Buscar soluções para o tratamento dos gases e percolados gerados;
- Levar em consideração a possibilidade de se realizar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) de acordo com as características de cada área.

O Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos apresenta alguns procedimentos para recuperação de áreas de antigos lixões. São eles:

- 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 lixo 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 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
- Recuperar a área escavada com solo natural da região;
- Executar valetas retangulares de pé de talude, escavadas no solo, ao longo de todo o perímetro da pilha de lixo;

- Executar um ou mais poços de reunião para acumulação do chorume coletado pelas valetas;
- Construir poços verticais para drenagem de gás;
- Espalhar uma camada de solo vegetal, com 60 cm de espessura, sobre a camada de argila;
- Promover o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas;
- Aproveitar três furos da sondagem realizada e implantar poços de monitoramento, sendo um a montante do lixão recuperado e dois a jusante.

Outro documento orientador que deve ser considerado nos processos de remediação de áreas contaminadas é a Resolução Conama n°420/2009, que dispõe sobre critérios e valores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, podendo ser utilizada juntamente com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas para a remediação dos passivos existentes nas áreas dos municípios consorciados.

É de fundamental importância que o município elabore um plano de encerramento do lixão, que apresente as medidas de controle ambiental a serem executadas para a recuperação ambiental desta área, com respectivo programa de monitoramento.

5.4.4. Geração de resíduos

5.4.4.1. Resíduos sólidos urbanos

Uma média de 2.057kg/semana de resíduos sólidos provenientes da coleta regular é transportada para a usina de triagem e compostagem de Cristiano Otoni.

Esse valor corresponde à geração de resíduos de 100% da população urbana e 70% da população rural, que são efetivamente atendidas com os serviços de coleta regular.

Esses resíduos são separados conforme o tipo assim que chegam à usina. O Grupo de Trabalho do Consórcio, com base na triagem dos resíduos feita no período de 24/02/2014 a 28/02/2014, chegou a seguinte composição final:

Tabela 9 - Composição dos resíduos sólidos urbanos do município de Caranaíba

Material	Quantidade (kg/semana)	%
Metal	51	2,48
Plástico	164	7,97
Papel e Papelão	123	5,98
Vidro	105	5,10
Outros	31	1,51
Orgânicos	131	6,37
Rejeitos	1452	70,59
Total	**2057**	**100,00**

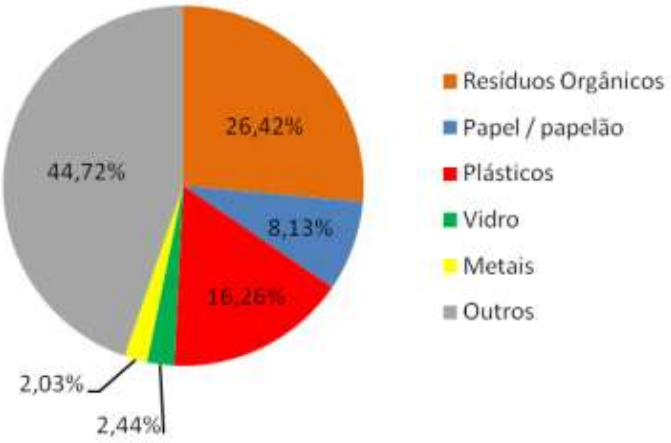
Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

Também foi realizado um estudo gravimétrico nos resíduos provenientes de Caranaíba no ano de 2014, constante do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo.

A caracterização foi realizada nas dependências da UTC do consórcio. Os veículos de coleta de cada município foram posicionados na área de recepção da UTC à medida que chegavam à usina. Tão logo ocorria a descarga dos resíduos, iniciavam-se os trabalhos de caracterização.

O método utilizado para a caracterização dos resíduos foi o quarteamento, conforme ABNT n°10.007/2004. Após o procedimento de quarteamento, os resíduos foram triados por categorias básicas (plástico, papel/papelão, vidro, metal, orgânico e outros) e acondicionados em tambores específicos. Os tambores foram pesados em uma balança digital e os valores, subtraída a tara, foram anotados em uma planilha de campo. A Figura 51 mostra a composição gravimétrica obtida.

Figura 51 - Dados da composição gravimétrica dos RSU do município de Caranaíba.



Fonte: Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo (2014)

5.4.4.2. Resíduos Sólidos Industriais

Considerando que os resíduos industriais são coletados na coleta regular, não há quantificação específica para tal. O valor total coletado pela coleta regular já engloba este tipo de resíduo.

5.4.4.3. Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde

De acordo com dados da INCECO, até agosto de 2014 foram coletados em Caranaíba 705,200 kg de resíduos sólidos dos serviços de saúde, uma média de 88,15 kg/mês, ou 1.057 kg/ano.

5.4.4.4. Resíduos Sólidos da Construção Civil

As quantidades geradas pelo município não foram informadas.

5.4.5. Soluções consorciadas

Como descrito anteriormente, o município de Caranaíba participa, desde 2004, do Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem do Lixo, junto com outros municípios. O consórcio possui, no município de Cristiano Otoni, uma Usina de Reciclagem e Compostagem com vida útil de mais 5 anos. No entanto, diversas ações estão sendo implantadas para aumentar a vida útil do empreendimento.

Não existem planos para a definição de novas áreas de disposição final de resíduos sólidos no referido município, havendo somente a intenção de se aumentar mais uma vala de rejeitos ao projeto original da UTC, o que se configura como uma

restrição à operação futura do empreendimento, ratificando a necessidade de uma nova área para disposição final dos rejeitos gerados pelo empreendimento.

Neste sentido, o consórcio empreendeu alguns estudos para identificar áreas propícias à implantação de um aterro sanitário de pequeno porte. Considerando que o município de Caranaíba, não possui regulamentos específicos que contenham restrições à localização das áreas ou concepção dos empreendimentos dedicados à disposição final de resíduos sólidos urbanos e, baseando-se no critério do Centro de Massa da Geração dos RSU, que dentre outros motivos visa à minimização dos custos de transporte, foi identificado no município um local com características desejáveis.

5.4.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

A utilização de indicadores para caracterizar os serviços e, consequentemente, avaliar a sua evolução a partir da implementação das ações previstas do plano é de fundamental importância, considerando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que o PGIRS seja revisto a cada quatro anos.

Os indicadores, quando bem selecionados, facilitam o monitoramento do desempenho e possibilitam a identificação de suas deficiências.

É importante ressaltar que o monitoramento deve ser realizado periodicamente, mantendo sempre os mesmos critérios de avaliação, para possibilitar uma análise comparativa dos dados e a percepção da evolução dos mesmos.

O Quadro 23 apresenta os indicadores de desempenho selecionados especificando o seu significado, indicando a fórmula utilizada e a periodicidade de cálculo desejável.

Quadro 23 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município

Indicador	Definição	Fórmula	Periodicidade de cálculo
Geração per capita de resíduos sólidos urbanos - RSU (t/dia)	Expressa a quantidade de resíduos produzida por habitante em uma unidade de tempo.	RSU = Quantidade de RSD / População atendida)	Semestral
Índice de cobertura do atendimento de coleta de resíduos – ICA (%)	Expressa a parcela da população atendida pelo serviço de coleta de resíduos no município. Deverá ser aplicado para verificar o índice de atendimento da coleta convencional e coleta seletiva.	ICA (%) = (Nº de hab. da área atendida / População total do município) X 100 ICA (%) = (Nº de hab. da área atendida / População urbana do município) X 100	Anual
Índice recuperação de recicláveis - IRRCT (%)	Expressa a quantidade de materiais recicláveis, coletados que deixarão de ser enviados à disposição final para serem recuperados e reaproveitados na cadeia produtiva.	IRRCT (%) = quantidade de recicláveis x 100/ quantidade total coletada	Semestral

Fonte: SHS (2015)

O Quadro 24 mostra os indicadores obtidos a partir de dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, nos anos 2013 e 2014.

Quadro 24 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Caranaíba nos anos de 2013 e 2014

Massa coletada per capita em relação à população Urbana (kg/hab.dia)	
2013	2014
1,49	0,25
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população total (%)	
2013	2014
66,99	51,70
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população urbana (%)	
2013	2014
100	100
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de resíduos sólidos urbanos coletados (%)	
2013	2014
0	23,04
Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana (kg/hab.dia)	
2013	2014
0	0,039

Fonte: SNIS (2015) e Prefeitura Municipal de Caranaíba (2015)

A verificação da evolução desses indicadores ao longo da vigência do plano será de fundamental importância. Com a implantação das ações propostas será possível verificar, a partir dos indicadores, melhorias consideráveis no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de Caranaíba. A busca pela universalização do serviço poderá ser acompanhada através dos valores das taxas de coleta regular em relação à população total e urbana, assim como os investimentos em coleta seletiva.

6. RESULTADOS DAS REUNIÕES PÚBLICAS SOBRE O DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO

A reunião pública relacionada ao diagnóstico dos setores de saneamento básico do município de Caranaíba foi realizada no dia 21 de setembro de 2015, na sede do município.

Foi realizada uma pesquisa com os participantes sobre sua situação de “satisfação” ou “insatisfação” com os serviços públicos de saneamento básico. Os resultados são apresentados a seguir e permitem identificar áreas e problemas que devem ser priorizados na definição de metas e ações.

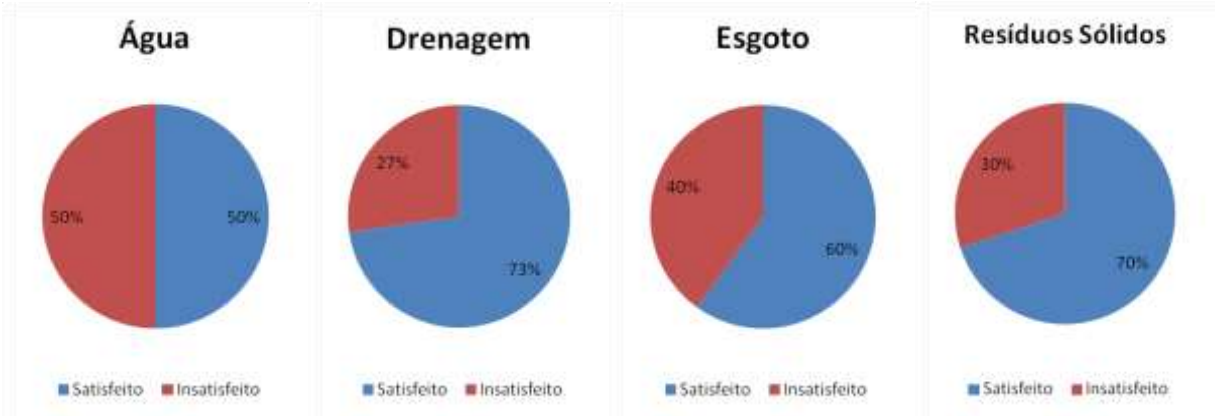
Em geral, os participantes manifestaram-se satisfeitos com os serviços públicos dos quatro eixos do saneamento básico, como pode ser observado no Quadro 25 e na Figura 52. O maior índice de insatisfação foi quanto ao serviço de água, com o qual metade dos participantes se declarou insatisfeito. Houve queixas quanto à qualidade da água e às frequentes interrupções no abastecimento.

Quadro 25 - Pesquisa de satisfação com o saneamento básico na sede de Caranaíba

	Água		Drenagem		Esgoto		Resíduos Sólidos	
Satisfeito	6	50%	8	72,73%	6	60%	7	70%
Insatisfeito	6	50%	3	27,27%	4	40%	3	30%

Fonte: SHS (2015)

Figura 52 - Pesquisa de satisfação com o saneamento básico na sede de Caranaíba



Fonte: SHS (2015)

7. BIBLIOGRAFIA

AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2014. Árvore do conhecimento. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/Abertura.html.

ANA – Agência Nacional de Águas, 2010. Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=180&currTab=distribution.

ANA – Agência Nacional de Águas, 2013. Atlas Brasil Abastecimento Urbano de Água. Disponível em: http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6. Acesso em 02.05.2014.

ASCE (American Society of Civil Engineers); WEF (Water Environment Federation). Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems. New York, 1992;

ATLAS BRASIL – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/.

ATLAS DIGITAL DE MINAS GERAIS, 2006. Projeto FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais). Disponível em http://www.iga.mg.gov.br/MAPSERV_IGA/ATLAS/.

BAPTISTA M., BARRAUD S.; ALFAKIH E., NASCIMENTO N., FERNANDES W., MOURA P., CASTRO L. Performance-costs evaluation for urban storm drainage. Water Science & Technology 51(2) – 2005, 99-107;

BARROS, R. T. V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (Org.). Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan – UNESP – IGCE, 2003;

BRASIL. Decreto 1º de 25 de janeiro de 2010. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências.

BRASIL. Decreto 7.217 de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências;

BRASIL. Decreto 7404 de 23 de dezembro de 2010 – regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. Lei 6766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

BRASIL. Lei Federal nº 9985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, 2000;

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Política Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília, 1997;

BRASIL. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001.- Institui o Estatuto das Cidades. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 – institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde decorrente de Agravos Relacionados ao Saneamento

Ambiental Inadequado — Relatório Final. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 246 p.

BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

CADASTRO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS - http://www.cadastroindustrialmg.com.br/.

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia Prática. CPRM e ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, RJ. 384p. 1994.

CBH PIRANGA-MG, 2015. Disponível em: http://www.cbhpiranga.org.br/a-bacia.

CI FLORESTAS – Centro de Inteligência em Florestas, 2015. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=eucalipto.

CIDADES-BRASIL, 2015. Disponível em: http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caranaiba.html.

CLIMATE-DATA, 2015. Disponível em: http://pt.climate-data.org/location/176534/.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, 2015. Disponível em: http://cnes.datasus.gov.br/.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Alteração na resolução CONAMA 307, de 20 de fevereiro de 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 348, de 16 de agosto de 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. CPRM - GEOBANK - Download de arquivos vetoriais. Disponível em: http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p_webmap=N&p_usuario=1.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. Manual de cartografia hidrogeológica. João Alberto Oliveira Diniz; Adson Brito Monteiro, Robson de Carlo da Silva; Thiago Luiz Feijó de Paula. Superintendência Regional de Recife, 119p.

DATASUS, 2010. Cadernos de informações de Saúde de Minas Gerais. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm.

DER-MG – Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais, 2015. Disponível em: http://der.mg.gov.br/mapa-rodoviario.

DNIT Norma 022/2006 - Drenagem – Dissipadores de energia – Especificação de serviço. Rio de janeiro, 2006.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações básicas para drenagem urbana. Fundação do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006

FEAM. Disponível em < http://www.feam.br/> acessado: 03 de agosto de 2015.

Google Earth (2015). Imagem de satélite capturada em junho de 2015.

HIDROWEB – SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS. Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 22/04/2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IBGE Cidades - Censo demográfico.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IBGE Cidades. Fundações Privadas e Associações sem Fins Lucrativos no Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Portal de mapas do IBGE. Disponível em: http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa201739.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. IBGE Cidades. Ensino - Matrículas, Docentes e Rede Escolar.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. IBGE Cidades. Produto Interno Bruto dos Municípios.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Geomorfologia. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_interativos/.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. IBGE Cidades. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. IBGE Cidades - Frota.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. IBGE Cidades - Pecuária 2014.

IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social, 2013. Software disponível em: http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2741-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs-2.

INOUYE, K. P. Drenagem – terminologia e aspectos relevantes ao entendimento de seu custo em empreendimentos habitacionais horizontais– São Paulo. EPUSP, 2009.

INVENTÁRIO FLORESTAL DE MINAS GERAIS, 2009. Disponível em: http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/inventarioFlorestal/.

MAGALHÃES, R. C. Erosão: definições, tipos e formas de controle. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, 2001;

MARTINEZ JUNIOR, F., MAGNI, N. L. G. Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo. DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1999.

MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2015. Disponível em: http://mds.gov.br/.

MINAS GERAIS. Lei 13.199, de 29 de janeiro de 1999 – Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999

MINAS GERAIS. Lei 15910 / 2005 . Dispõe sobre o fundo de recuperação, proteção e desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do estado de minas gerais - fhidro, criado pela lei nº 13.194, de 29 de janeiro de 1999, e dá outras providências.

MINAS GERAIS. LEI DELEGADA Nº 180, de 20 de janeiro de 2011 Dispõe sobre a estrutura orgânica da Administração Pública do Poder Executivo do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Organizado por: João B. D. de Paiva, e Eloiza M. C. D. de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PARH – PIRANGA. Plano de ação de recursos hídricos da unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos Piranga in Plano integrado de recursos hídricos da bacia do rio doce e dos planos de ações de recursos hídricos paraas unidades de

planejamento e gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia do rio doce. IGAM, 2010

PIRH – RIO DOCE. Plano integrado de recursos hídricos da bacia do rio doce e dos planos de ações de recursos hídricos paraas unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia do rio doce. IGAM, 2010

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010. Disponível em: http://www.pnud.org.br/IDH/IDHM.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDHM.

PNUD, IPEA e FJP, 2013. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2015. Disponível em: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARANAÍBA, 2015. Disponível em: http://www.caranaiba.mg.gov.br/site/index.html.

RIGHETTO, A. M. (coordenador). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Projeto PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rio de Janeiro, ABES: 2009.

RIGHETTO, A. M., PORTO, R. M., VILLELA, S. M. - Adequação de Metodologia para Estudos Hidrológicos de Macrodrenagem Urbana: aplicação para a Cidade de São Carlos In: X Simpósio Brasileiro

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais ANO BASE 2014

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA. Fotografias tiradas em maio de 2015 durante a visita técnica.

SIM – Sistema de Informações de Mortalidade, 2009. Disponível em: http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701.

Termo de Referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico – Bacia Hidrográfica Do Rio Doce / UGRH 6 Piranga – UGRH 7 Guandu – UGRH 9 São José. Ato Convocatório 19/2014. IBIO AGB Doce.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Organizado por: Carlos E. M. Tucci, André L. L. da Silveira... [et al.] – 3ª ed., primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 1ª ed. 1993.

TUCCI, C. E. M. Programa de drenagem sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas – Versão 2.0. Brasília: Ministério das Cidades, 2005

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.

WU, I-PAI. Design hydrographs for small watersheds in Indiana. ASCE, 1963. IN: PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de (organizadores). Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001.

8. ANEXOS

Anexo 1 - Ofício SES-MG/SRS BARBACENA/VS nº 10/14-Barbacena