

ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA/SP

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL



Processo Administrativo n.º 072/2021

Tomada de Preço n.º 003/2021

Contrato n.º 142/2022



Abril / 2022

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

“ELABORAÇÃO DO PLANO DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA SP”

Equipe Técnica

Gentil Balzan
Responsável Técnico

Márcio Lucio Gonzaga
Coordenação Geral

Equipe Técnica de Apoio

Abner Kurt da Silva

Alessandra D. Rasoppi Marassatto

Alisson Kurt da Silva

Bárbara Branquinho Duarte

Clayton Bendo da Silva

Cyntia Goto de Paula

Dagoberto Mariano Cesar

Elisabete R. Pessoa Gonzaga

Felipe Rodrigues Gonzaga

João Paulo Freitas Alves Pereira

Marcel Rodrigues Gonzaga

Milena Torres Lopes

Paulo Eduardo Esteves de Camargo

Rafael Moranga Gonçalves

Vanessa Mariano Rosa

SUMÁRIO

ANEXOS	7
FIGURAS	7
QUADROS	8
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	10
3. LEGISLAÇÃO E SISTEMA INSTITUCIONAL	13
3.1. LEGISLAÇÃO.....	13
3.1.1. Constituição Federal.....	13
3.1.1.1. Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado	13
3.1.1.2. Garantia da Função Socioambiental da Propriedade Urbana.....	14
3.1.2. Legislação Estadual.....	16
3.1.3. Legislação Municipal	17
3.2. FONTES DE FINANCIAMENTO	18
3.2.1. FEHIDRO	18
3.2.1.1. Público Alvo.....	19
3.2.1.2. Condições de Financiamento e Contrapartida.....	19
3.2.2. Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD) - Ministério da Justiça.....	19
3.2.2.1. Finalidade.....	19
3.2.2.2. Público Alvo.....	19
3.2.3. Recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (Saneamento Para Todos) 20	
3.2.3.1. Finalidade.....	20
3.2.3.2. Fonte de Recursos	20
3.2.3.3. Contrapartidas.....	21
3.3. GESTÃO ATUAL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO	21
4. LOCALIZAÇÃO	22
5. CARACTERIZAÇÃO SOCIECONÔMICA	25
5.1. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO	25
5.2. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM).....	28
5.3. ÍNDICE DE GINI	29
5.4. ASPECTOS ECONÔMICOS	29
5.4.1. PIB per capita	29
5.4.2. Emprego e Rendimento.....	30

5.5.	EDUCAÇÃO	30
5.5.1.	Programas de Educação Ambiental	31
5.5.1.1.	Plano de Educação Ambiental e Mobilização Social	31
5.5.1.2.	Serra Acima – Associação de Cultura e Educação Ambiental.....	33
5.5.2.	Participação Comunitária.....	34
6.	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	35
6.1.	CLIMA	35
6.2.	GEOLOGIA	40
6.3.	CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA	42
6.3.1.	Hipsometria	42
6.3.2.	Declividade	44
6.3.3.	Relevo	46
6.3.4.	Solos	49
6.3.5.	Suscetibilidade a Deslizamento e Inundação.....	53
7.	CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	57
7.1.	DENSIDADE DE DRENAGEM	59
7.2.	DENSIDADE HIDROGRÁFICA	59
7.3.	EXTENSÃO DO PERCURSO SUPERFICIAL	59
7.4.	ÍNDICE DE SINUOSIDADE	60
7.5.	FATOR DE FORMA.....	60
7.6.	COEFICIENTE DE COMPACIDADE.....	61
7.7.	COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO.....	62
7.8.	ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS	63
8.	SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE.....	65
9.	PLANOS, ESTUDOS E PROJETOS EXISTENTES E EM DESENVOLVIMENTO	77
9.1.	PLANO DE BACIA DA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO PARAÍBA DO SUL (UGRHI 2).....	77
9.2.	PLANO DIRETOR.....	79
9.3.	PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO	81
9.4.	PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	83
10.	CADASTRO DO SISTEMA EXISTENTE.....	85
11.	FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS.....	85
11.1.	HORIZONTE DE PROJETO E POPULAÇÃO FUTURA	85

11.1.1.	Habitação (Moradia)	87
11.1.2.	Horizonte de Projeto	88
11.2.	CENÁRIOS CONSIDERADOS	91
11.2.1.	Cenário Atual	91
11.2.2.	Cenário Tendencial.....	91
11.2.3.	Cenário Alternativo	92
11.3.	MODELAGEM HIDROLÓGICA	92
11.4.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	95
11.5.	EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS.....	97
11.6.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	99
11.7.	TEMPO DE RECORRÊNCIA	99
12.	DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS INUNDAÇÕES.....	100
12.1.	PREVISÃO DE CHEIAS PARA O CENÁRIO ATUAL	100
12.2.	PREVISÃO DE CHEIAS PARA O CENÁRIO FUTURO.....	101
12.3.	VARIAÇÃO DE NÍVEL E COTAS DE INUNDAÇÃO.....	103
12.4.	AValiação econômica dos prejuízos causados pelas inundações.....	104
13.	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS	106
13.1.	DIRETRIZES INSTITUCIONAIS	106
13.1.1.	Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Cunha e determinação da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente como Gestor do Plano	106
13.1.2.	Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Drenagem	107
13.1.3.	Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas	107
13.1.3.1.	Educação ambiental.....	107
13.1.4.	Integração e Articulação da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente com a Secretaria de Educação, Esportes e Lazer	110
13.1.5.	Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental.....	110
13.1.6.	Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento e Obras e da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente	111
13.2.	PROGRAMAS	111
13.2.1.	Programas Institucionais	111

13.2.1.1.	Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas	111
13.2.1.2.	Criação de Grupo de Trabalho	112
13.2.1.3.	Criação do Fundo Social para os Projetos de Educação	112
13.2.1.4.	Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental	112
13.2.1.5.	Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana	113
13.2.1.6.	Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação.....	113
13.2.1.7.	Classificação de níveis de urgência e/ou emergência.....	114
13.2.1.8.	Indicação de medidas para situações de emergência e contingência	115
13.2.1.9.	Sistema de alerta e controle de cheias.....	116
13.2.1.10.	Programa de medidas de fiscalização e controle	118
13.2.2.	Programas Técnicos.....	118
13.2.2.1.	Programa para a complementação do cadastro dos sistemas de macro e micro drenagem	118
13.2.2.2.	Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas	119
13.2.2.3.	Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico	120
13.2.2.4.	Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem.....	120
13.2.2.5.	Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas.....	121
13.2.2.6.	Orientação para Projetos	121
14.	PREMISSAS DE PROJETO	127
15.	DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE RUN-OFF	128
15.1.	CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS BACIAS	128
16.	ANTEPROJETOS DAS MEDIAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE	130
16.1.	RELATÓRIO DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO	130
16.2.	MEMORIAIS DE CÁLCULO	130
16.3.	DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	132
16.4.	QUANTITATIVOS E ORÇAMENTOS	135
17.	ANÁLISES BENEFÍCIO/CUSTO	135
18.	FONTES DO RECURSO.....	136
19.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138

SUMÁRIO DE ANEXOS E QUADROS

ANEXOS

ANEXO	I
CD - ARQUIVO DIGITAL.....	141
ANEXO	II
CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DE CUNHA	143
ANEXO	III
PLANTA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM PROPOSTO	144

FIGURAS

Figura 1 – Ciclo Hidrológico.....	12
Figura 2 – Localização do Município de Cunha – SP no contexto das UGRHs.	23
Figura 3 – Mapa de localização do município de Cunha – SP.	24
Figura 4 – Mapa dos setores censitários e a população residente em cada.	25
Figura 5 – Evolução da população no município de Cunha.....	26
Figura 6 – Pirâmide etária por gêneros e a projeção populacional de acordo com os grupos de idade para o município de Cunha-SP	27
Figura 7 – PIB <i>per capita</i> do estado de São Paulo e do município de Cunha.....	29
Figura 8 – Informações sobre a educação no município de Cunha-SP.....	31
Figura 9 – Localização do município de Cunha – SP no contexto dos tipos climáticos do Estado de São Paulo.	37
Figura 10 – Dados de precipitação do município de Cunha - SP.	38
Figura 11 – Mapa pluviométrico do Município de Cunha - SP.....	39
Figura 12 – Mapa Geológico do Município de Cunha - SP.....	41
Figura 13 – Mapa Hipsométrico do Município de Cunha - SP.	43
Figura 14 – Mapa de declividade do município de Cunha - SP.	45
Figura 15 – Mapa Geomorfológico do Município de Cunha - SP.....	48
Figura 16 – Mapa Pedológico do Município de Cunha - SP.	52
Figura 17 – Mapa Suscetibilidade do Município de Cunha - SP.....	55
Figura 18 – Mapa Suscetibilidade da área urbana do Município de Cunha - SP.	56
Figura 19 – Mapa de sub-bacias da área urbana de Cunha.....	58
Figura 20 – Mapa de áreas permeáveis e impermeáveis da área urbana do município de Cunha - SP.	64

Figura 21 – Localização do problema Código 1	66
Figura 22 – Localização do problema Código 2	66
Figura 23 – Localização do problema Código 3	67
Figura 24 – Localização do problema Código 4	67
Figura 25 – Localização do problema Código 5	68
Figura 26 – Cunha: suscetibilidade à ocorrência de inundação em área urbana	78
Figura 27 – Território urbano municipal em relação as bacias urbanas	89
Figura 28 – Território urbano municipal em relação aos bairros	90
Figura 29 – Densidade demográfica dos setores censitários do CENSO 2010 e as bacias urbanas	91
Figura 30 – Usos do solo identificados pela classificação supervisionada	97
Figura 31 – Mancha de Inundação para as Bacias Urbanas	104
Figura 32 – Especificação técnica da boca de lobo simples proposta	132
Figura 33 – Especificação técnica do poço de visita proposta	133

QUADROS

Quadro 1 – Projeção populacional até o ano de 2050 para Cunha-SP	26
Quadro 2 – Faixas de classificação do IDHM	28
Quadro 3 – Evolução do IDHM no estado de São Paulo	28
Quadro 4 – Emprego e rendimento no estado de São Paulo e no município de Cunha, em 2019	30
Quadro 5 – Resumo dos Padrões de Relevô e Parâmetros Básicos.	47
Quadro 6 – Associação dos tipos de solo e sua possível caracterização geotécnica	51
Quadro 7 – Valores e Interpretações dos Resultados para o Fator Forma (Dd)	59
Quadro 8 – Valores e Interpretações dos Resultados para o Fator Forma (F)	61
Quadro 9 – Valores para Interpretação dos Resultados do Coeficiente de Compacidade (Kc)	62
Quadro 10 – Caracterização Morfométrica das Microbacias.	62
Quadro 11 – Áreas permeáveis e impermeáveis	63
Quadro 12 – Síntese dos Principais Problemas de Drenagem Urbana Existentes	65
Quadro 13 – Planilha de Indicadores para o município de Cunha-SP (Diagnóstico dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais 2020)	69
Quadro 14 – Informações do SNIS 2020 referentes a águas pluviais em Cunha-SP	71

Quadro 15 – Resumo das Ações para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	82
Quadro 16 - Projeção populacional de Cunha	86
Quadro 17 – Projeção de Moradias - Urbanas e Rurais.	87
Quadro 18 – Valores do coeficiente C.....	93
Quadro 19 – Valores do coeficiente C ₂	95
Quadro 20 – Previsão de Máximas Intensidades de Chuvas, em mm/h.	98
Quadro 21 – Previsão de Máximas Alturas de Chuvas, em mm.	99
Quadro 22 – Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo.	100
Quadro 23 – Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Atual.....	101
Quadro 24 – Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo – Cenário Futuro.....	102
Quadro 25 – Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro.....	102
Quadro 26 – Custos Decorrentes de Inundação para o Cenário Atual e Futuro.	105
Quadro 27 – Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis	118
Quadro 28 – Informações sobre a estrutura das trincheiras de infiltração	124
Quadro 29 – Informações sobre a estrutura de pavimentos permeáveis	127
Quadro 30 – Custos Decorrentes de Inundação para o Cenário Atual e Futuro.	128
Quadro 31 – Caracterização Morfométrica das Microbacias.	129
Quadro 32 – Dimensionamento de galeria de águas pluviais.....	131
Quadro 33 – Orçamento estimativo.....	135

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Natureza do Trabalho: Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Cunha SP.

Interessado: Município de Cunha SP.

1. INTRODUÇÃO

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA - EPP, devidamente inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda CNPJ/MF sob N.º 10.245.713/0001-79, com sede na Rua Diogo Ribeiro, 126 – Jardim Virginia Bianca, Capital - São Paulo, vencedora do Processo Administrativo N.º 072/2021 - Tomada de Preço N.º 003/2021, apresenta este Relatório Técnico Final, “**Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Cunha SP**” que refere-se às atividades previstas no Termo de Referência, do Projeto “Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Cunha SP”, encaminhada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - UGRHI 02, e expõe resumidamente os trabalhos que serão executados.

2. OBJETIVO

Os dados que compõem este Relatório objetivam apresentar o Município por meio de seu posicionamento geográfico no Estado de São Paulo, de seu histórico e de dados estatísticos disponíveis. A interferência da drenagem no planejamento urbano se faz sentir em diversos níveis, seja no zoneamento do uso e ocupação dos terrenos, seja nas condições sanitárias da população, seja na própria manutenção dos serviços básicos, daí a grande relevância da matéria.

Uma das principais diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, estabelecido a partir da Lei n.º 7.663/91, é a elaboração de Estudos para atividades de manejo e aproveitamento das fontes hídricas naturais. Dentre estas atividades, inclui-se o lançamento de efluentes provenientes da drenagem dos terrenos, sabidamente uma das mais importantes fontes de degradação dos recursos hídricos e a causa de sérios problemas que afligem as populações urbanas do Brasil.

Dentro desta visão, qualquer planejamento para desenvolvimento do tecido urbano de

uma cidade deve considerar, entre outros aspectos, diretrizes previamente estabelecidas para a drenagem, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nela habitarão sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Conforme o Termo de Referência o Plano terá por objetivo estabelecer diretrizes que orientem a ação do Poder Público e da iniciativa privada na elaboração de projetos e na execução, bem como na promoção de ações preventivas e corretivas sobre as causas e os efeitos dos processos erosivos, inundações, etc., visando proteger a população e as atividades econômicas sediadas na área urbana do município. A análise e o encaminhamento das soluções das questões de Drenagem Urbana tem sido um dos maiores desafios dos planejadores e administradores dos grandes centros urbanos do mundo. Nos países ditos emergentes, este problema foi particularmente agravado pela velocidade do processo de adensamento e urbanização, e pela precariedade da infraestrutura existente, associada à falta de planejamento urbano, além da enorme carência de recursos.

O gerenciamento da Drenagem é, fundamentalmente, um problema de alocação de espaços para a destinação das águas precipitadas. Todo espaço retirado pela urbanização, outrora destinado ao armazenamento natural, propiciado pelas áreas permeáveis, várzeas e mesmo nos próprios talwegues naturais, é substituído normalmente, por novas áreas inundadas mais a jusante.

Acresce-se a este problema, a prática da canalização, muitas vezes radical, dos rios e córregos, o que altera bastante o comportamento das enchentes, amplificando enormemente os picos de vazão. Dentro desse contexto, o tipo de ocupação de uma área afeta diretamente o ciclo hidrológico causando problemas quanto a qualidade ambiental da área assim como o comprometimento do abastecimento para consumo e irrigação, degradação das estradas rurais trazendo prejuízos aos produtores.

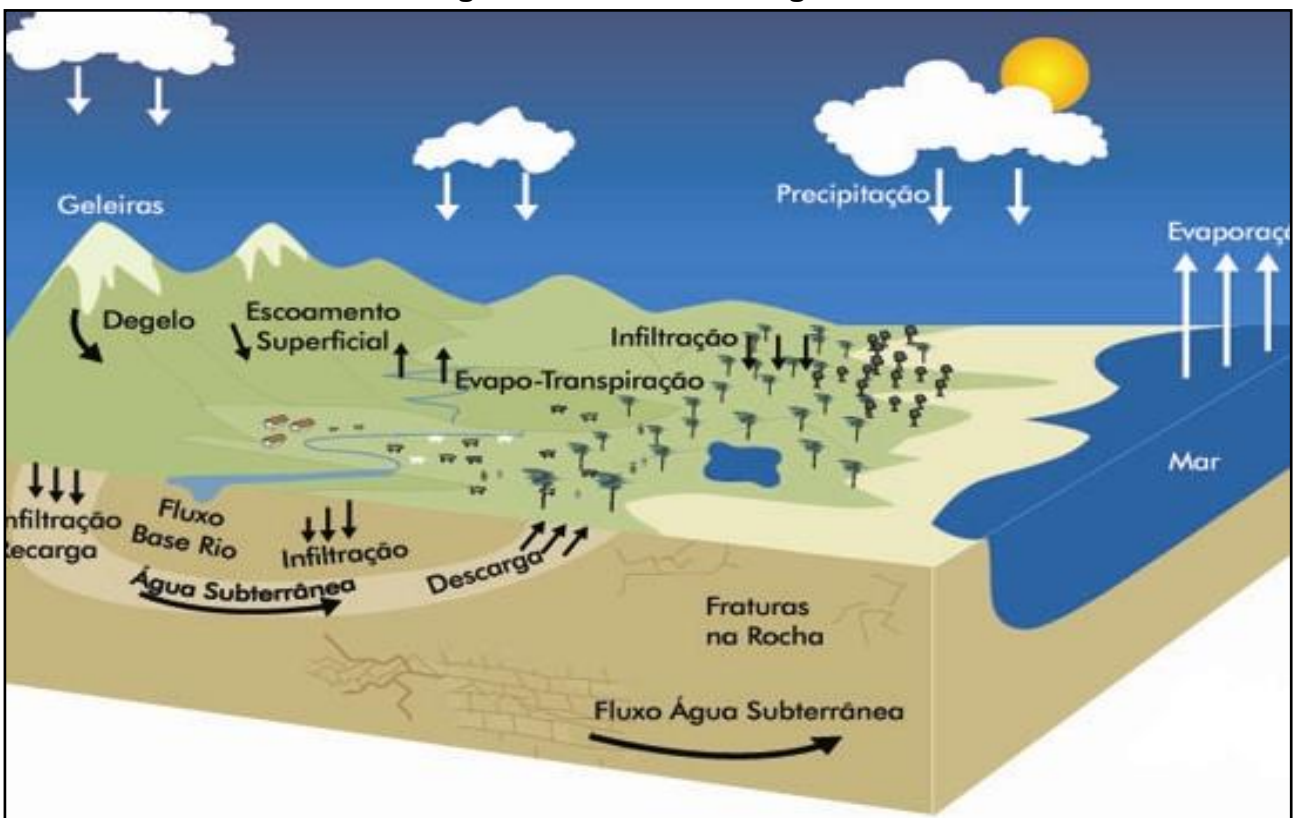
Em condições naturais, a vegetação amortece o impacto das chuvas sobre o solo, desviando parte das águas em percursos na superfície das folhas e caules, o que, em parte, possibilita a absorção pelas plantas e a evaporação pela radiação solar. Esse conjunto de retenções e o processo de liberação de água sob a forma de vapor, originado de fora e de dentro da vegetação quando esta transpira, asseguram os altos teores de umidade encontrados nas florestas que, assim, cumprem um importante papel na manutenção do equilíbrio da temperatura e das chuvas, reduzindo os extremos das cheias e das estiagens. Esta redução no volume das águas que escoam e a lentidão

provocada pelo que encontram no seu percurso facilitam sua infiltração no solo, que é ainda mais favorecida pelo amortecimento das folhas caídas e pelos caminhos escavados no solo pela fauna e pelas raízes das plantas.

Mesmo perdendo em velocidade e quantidade, grandes volumes alcançam e se espalham nos locais mais baixos e com menor declividade, propiciando as cheias que, por se acumularem em superfícies baixas e planas (várzeas), propiciam solo fértil arrastado e irrigado e, também, multiplicam condições e formas de vida, possibilitadas pelo aproveitamento das águas em diferentes circunstâncias e graus de disponibilidade. Todo esse processo faz parte de um mecanismo muito maior de circulação contínua de massas de água, que tem como principal característica a sua renovação, alimentada pela energia solar e pela força da gravidade, denominado de 'ciclo das águas' ou 'ciclo hidrológico' (Figura 1).

Esse ciclo manifesta-se, entre outros fenômenos, pela precipitação, infiltração, acúmulo subterrâneo da água, escoamento superficial e evaporação, do qual participam a atmosfera, a superfície do terreno, a cobertura vegetal e as diferentes camadas do subsolo.

Figura 1 – Ciclo Hidrológico.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2016).

3. LEGISLAÇÃO E SISTEMA INSTITUCIONAL

3.1. Legislação

As Legislações que envolvem a Drenagem Urbana estão relacionadas com Recursos Hídricos, Uso do Solo e Licenciamento Ambiental.

Recursos Hídricos - A Constituição Federal estabelece os princípios básicos da gestão por meio de bacias hidrográficas, que podem ter o domínio estadual ou federal.

Uso do Solo - Visa ao disciplinamento do solo para a proteção ambiental, controle de poluição, saúde pública e da segurança. O macrozoneamento urbano nos Planos Diretores deverá contemplar os aspectos relativos à drenagem.

Licenciamento Ambiental - Estabelece critérios e diretrizes para as obras hidráulicas de drenagem.

3.1.1. Constituição Federal

3.1.1.1. Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado

O art. n.º 225 da CF/88 marcou uma inovação no direito, pois, valendo-se de instrumentos que já constavam da Lei n.º 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), elevou ao nível da Constituição a temática ambiental.

O fundamento do direito ambiental brasileiro consiste em todos terem “direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O meio ambiente é definido na Constituição como bem de uso comum do povo, expressão que se refere muito mais a interesse, ou necessidade, que a domínio ou a propriedade. Sendo o meio ambiente um objeto do interesse de todos, insere-se no rol dos bens tutelados pelo Poder Público, a quem cabe intervir nas atividades públicas, ou particulares, com vistas a assegurar a sadia qualidade de vida.

Para o desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Cunha destacam-se no âmbito federal:

- A Lei n.º 11.445, de 5 de Janeiro de 2007 que estabelecem a Política Nacional de Saneamento, que estabelece em seu Capítulo I, Art. 3º que os serviços de drenagem compõe-se do 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.

É previsto também no âmbito desta Lei, a cobrança de pela prestação de serviços prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, que deverá levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:

- I. O nível de renda da população da área atendida;
- II. As características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas;

3.1.1.2. Garantia da Função Socioambiental da Propriedade Urbana

A propriedade é aqui abordada em razão dos efeitos do uso do solo, sobretudo no que tange à sua impermeabilização, ao lançamento das águas da chuva nas ruas e a consequente inundação. Daí tratar dos limites do exercício do direito à propriedade. O art. 5 da CF/88 garante a propriedade privada, atendida a sua função social. Essa determinação indica uma evolução ocorrida no que tange ao conceito de propriedade que, de exercício pleno, passou, ao longo dos séculos, a possuir uma relação intrínseca com seu entorno, de modo a compartilhar benefícios e garantir a não ocorrência de danos a terceiros. A função social, pois, adicionada ao interesse privado que reveste a propriedade, explicita o interesse público incorporado em seu conteúdo.

A regra da proteção ambiental permeia todo o texto constitucional, ficando muito clara a profunda alteração trazida pelo texto de 1988 no que se refere aos Recursos Ambientais: de uma situação de exploração ilimitada para outra em que se impõem limites às atividades humanas, condicionando-as às normas ambientais. Um dos casos desse tipo de limitação trazidos pela CF/88 é o princípio da função social da propriedade. De acordo com essa previsão constitucional, o direito de propriedade deve ser exercido com vistas a atender ou a não prejudicar o interesse público, em que se insere a proteção do meio ambiente e o uso racional dos Recursos Hídricos e do solo. Daí a existência de normas impondo recuos, gabaritos e coeficientes de aproveitamento; e estabelecendo zoneamento, restrições ao uso das APP's, obrigação de reservar a água da chuva no interior da propriedade, entre outras regras e normas ambientais.

A CF/88 definiu função social da propriedade rural no art. 1866. No que se refere à

propriedade urbana, a CF/88 remeteu-se ao Plano Diretor de cada município para tal definição. Ou seja, a política urbana, a ser definida pelos poderes públicos municipais, estabelece quais regras são necessárias para garantir que o direito à propriedade urbana seja exercido em observância à sua função social. Nesse sentido, considerando que o Plano Diretor deve ser guiado pela sustentabilidade e pela proteção ambiental, incluída a segurança pela redução dos riscos de danos causados pelas inundações, a propriedade urbana também deve observar tais parâmetros.

Além disso, o Código Civil determina, no § 1º do art. n.º 1.228 que “o direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, em conformidade com o estabelecido em Lei Especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.” Comparado com as disposições contidas no caput do artigo, que concede ao proprietário a faculdade de “usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem injustamente a possua ou detenha”, fica clara a imposição de uma restrição ao exercício do direito da propriedade, com vistas a proteger valores como o meio ambiente e o desenvolvimento sócio econômico às normas ambientais. Um dos casos desse tipo de limitação trazidos pela CF/88 é o princípio da função social da propriedade. De acordo com essa previsão constitucional, o direito de propriedade deve ser exercido com vistas a atender ou a não prejudicar o interesse público, em que se insere a proteção do meio ambiente e o uso racional dos Recursos Hídricos e do Solo. Daí a existência de normas impondo recuos, gabaritos e coeficientes de aproveitamento; e estabelecendo zoneamento, restrições ao uso das APP's, obrigação de reservar a água da chuva no interior da propriedade, entre outras regras e normas ambientais.

A CF/88 definiu função social da propriedade rural no art. n.º 1.866. No que se refere à propriedade urbana, a CF/88 remeteu-se ao Plano Diretor de cada município para tal definição. Ou seja, a política urbana, a ser definida pelos poderes públicos municipais, estabelece quais regras são necessárias para garantir que o direito à propriedade urbana seja exercido em observância à sua função social. Nesse sentido, considerando que o Plano Diretor deve ser guiado pela sustentabilidade e pela proteção ambiental, incluída a segurança pela redução dos riscos de danos causados pelas inundações, a propriedade urbana também deve observar tais parâmetros.

Além disso, o Código Civil determina, no § 1º do art. n.º 1.228 que “o direito de

propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, em conformidade com o estabelecido em Lei Especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.” Comparado com as disposições contidas no caput do artigo, que concede ao proprietário a faculdade de “usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem injustamente a possua ou detenha”, fica clara a imposição de uma restrição ao exercício do direito da propriedade, com vistas a proteger valores como o meio ambiente e o desenvolvimento sócio econômico.

Além disso, podemos citar ainda:

- O Código de Águas – Decreto n.º 24.643/34 a qual dispõe sobre a utilização das águas do Brasil, sendo o primeiro código a tratar de água no país.
- O Código Civil, implementado pela Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002, o qual o faz referencia a drenagem pluvial em diversos artigos.
- A Lei Federal n.º 9.433 de 8/01/1997, que institui a Política a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- O Estatuto da Cidade – Lei n.º 10.257, de julho de 2001, o qual impõe que administrações municipais procedam a adequação dos seus Planos Diretores nas questões relacionadas com a regularização fundiária, loteamentos e uso do solo, ou seja, permite que o município atue no gerenciamento da drenagem urbana como ação para garantia do direito de cidades sustentáveis.

3.1.2. Legislação Estadual

De acordo com Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (2003), as Leis e Decreto se aplicam ao Recurso Hídrico no Estado de São Paulo:

- Lei de Proteção dos Mananciais – Lei Estadual n.º 898 de 1º de novembro de 1975 e a Lei Estadual n.º 3.746/83 (modificação da lei n.º 898) de 1º de novembro, a qual preserva a área de mananciais do Estado de São Paulo, que estabelece o uso das áreas de interesse mencionadas, entretanto, não se refere a drenagem urbana;
- Lei de Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas – Lei Estadual n.º 9.866/97, a qual estabelece as diretrizes e normas de proteção e recuperação das bacias hidrográficas de interesse do Estado de São Paulo, ou seja, regulamente as

ações das Agências de Bacias e estabelece as diretrizes a serem obedecidas por todos os agentes, incluindo os poderes públicos municipais;

- Enquadramento dos Corpos d'água – Decreto Estadual n.º 41.258, a qual estabelece a classificação oficial dos corpos d'água com relação ao seu padrão de qualidade, que é tido como marco zero de conservação e recuperação.
- Lei de Outorga – Decreto Estadual n.º 41.258, a qual estabelece a necessidade de ação do poder público em qualquer interferência relativa a um recurso hídrico, ou seja, estabelecendo o Regulamento de Outorgas de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos.
- Portaria DAEE 717/96, institui a norma que disciplina o uso dos Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos do Estado de São Paulo, na forma de Decreto Estadual n.º 6.134, de 02/06/88. A partir de sua aplicação, toda intervenção ou modificação feita nos corpos hídricos paulistas passou a ser objeto de análise de do DAEE, inclusive aquelas relacionadas a drenagem, criando o mecanismo de ação e regulação estadual com poderes para zelar tanto pelo técnico como pelo legal.

3.1.3. Legislação Municipal

O município define sua área em perímetros de zona urbana, urbanizável e rural. A zona urbana corresponde ao perímetro definido pela Lei Municipal, onde estejam presentes pelo menos dois dos melhoramentos públicos apontados em Lei:

- Meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;
- Abastecimento de água;
- Sistema de esgotos sanitários;
- Rede de iluminação pública, com ou sem postes para distribuição domiciliar;
- Escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de três quilômetros do imóvel considerado.

A zona urbanizável, ou de expansão urbana, é aquela destinada por Lei à urbanização, mas que ainda não possui pelo menos dois dos melhoramentos públicos apontados pela legislação. A zona rural é o perímetro excluído da zona urbana ou urbanizável.

As APP's urbanas devem ser disciplinadas pelo que dispuser o Plano Diretor e a Legislação Municipal de Uso e Ocupação do Solo, o que vai ao encontro do conteúdo do art. n.º 182 da CF/88, que remete ao município a definição de sua política urbana,

traduzida no Plano Diretor. Todavia, o município, ao estabelecer a sua política urbana, deve respeitar os *princípios e limites* a que se refere o art. 2º do Código Florestal, que representa a norma geral sobre a matéria. Cabe verificar quais seriam esses *princípios e limites*.

No que se refere aos *limites*, trata-se das distâncias estabelecidas no corpo do art. 2º do Código Florestal: largura de margens, declives, altitudes. O Código Florestal é claro quando dispõe que os Planos Diretores devem observar esses princípios e limites, que se inserem em tal norma geral, de abrangência nacional.

Conforme dito anteriormente, as legislações que envolvem a drenagem urbana estão relacionadas com Recursos Hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental.

Como parte do sistema institucional, o município de Cunha dispõe dos seguintes mecanismos legislativos:

- Lei n.º 1.116, de 06 de outubro de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano do Município da Estância Climática de Cunha.
- Lei Orgânica do Município da Estância Climática de Cunha. Revisão promulgada na Sessão Ordinária de 05 de setembro de 2011.

3.2. Fontes de Financiamento

A fonte primária de recursos para o setor de drenagem se constitui nas tarifas, taxas e preços públicos. Estes se constituem na principal fonte de canalização de recursos financeiros para alavancar investimentos, quer sejam com recursos próprios e/ou de terceiros.

3.2.1. FEHIDRO

O FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos, criado pela Lei n.º 7.663/91 e regulamentado pelos Decretos n.º 37.300/93 e n.º 43.204/98, tem por objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes. O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH é o instrumento técnico, estratégico e econômico-financeiro para implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

3.2.1.1. Público Alvo

- Pessoas jurídicas de direito público, da administração direta ou indireta do Estado e dos municípios;
- Concessionárias de serviços públicos nos campos de saneamento, meio ambiente e de aproveitamento múltiplo de Recursos Hídricos;
- Pessoas jurídicas de direito privado, usuárias de Recursos Hídricos;
- Consórcios intermunicipais regulamente constituídos;
- Associações de usuários de Recursos Hídricos;
- Universidades, instituições de ensino superior e entidades especializadas em pesquisa, desenvolvimento tecnológico públicos e capacitação de recursos humanos, no campo dos Recursos Hídricos, com verificação do cumprimento desses requisitos pela análise dos respectivos Estatutos pela Secretaria Executiva do COFEHIDRO.

3.2.1.2. Condições de Financiamento e Contrapartida

Os recursos do FEHIDRO destinam-se a financiamentos, reembolsáveis ou a fundo perdido, de projetos, serviços e obras que se enquadrem no PERH, com participação mínima (contrapartida) variando de acordo com a população do município.

3.2.2. Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD) - Ministério da Justiça

3.2.2.1. Finalidade

Reparação dos danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, bem como aqueles ocasionados por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

3.2.2.2. Público Alvo

Instituições governamentais da administração direta ou indireta, nas diferentes esferas do governo (federal, estadual e municipal) e organizações não governamentais brasileiras, sem fins lucrativos e que tenham em seus estatutos objetivos relacionados à atuação no campo do meio ambiente, do consumidor, de bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico ou paisagístico e por infração à ordem econômica.

3.2.3. Recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (Saneamento para Todos)

3.2.3.1. Finalidade

O Programa Saneamento para Todos financia os projetos abaixo relacionados, divididos em grupos de acordo com as distintas taxas de juros e prazos de amortização:

GRUPO 1

- Abastecimento de Água;
- Esgotamento Sanitário;
- Manejo de Águas Pluviais;
- Tratamento Industrial de Água e Efluentes Líquidos e Reuso de Água;

GRUPO 2

- Saneamento Integrado;

GRUPO 3

- Desenvolvimento Institucional;
- Preservação e Recuperação de Mananciais;
- Redução e Controle de Perdas;

GRUPO 4

- Manejo de Resíduos Sólidos;

GRUPO 5

- Estudos e Projetos;
- Plano de Saneamento;

3.2.3.2. Fonte de Recursos

Os recursos são provenientes do Orçamento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FTGS) e de recursos de contrapartida aos empréstimos obtidos.

Participantes:

Gestor da Operação – Ministério das Cidades

Agente Operador – Caixa Econômica Federal (CEF)

Agente Financeiro – Instituições Financeiras delegadas da CEF

Agente Promotor e Mutuário – Estados, Municípios e Distrito Federal, Entidades da Administração Indireta, inclusive Empresas Públicas e de Economia Mista.

Agente Garantidor – União, Estados e Municípios e Sociedades de Economia Mista.

3.2.3.3. Contrapartidas

A contrapartida consiste em recursos e outras fontes próprias do mutuário, financeiros ou não, destinados a compor o valor dos investimentos. O valor da contrapartida mínima é de 5% do valor do investimento, exceto para a modalidade Abastecimento de Água que é de 10%.

Ao critério do Agente Financeiro poderá ser aceito como contrapartida recursos oriundos das seguintes fontes:

- a) Cobrança pelo uso da água;
- b) Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas;
- c) Fundos destinados ao Saneamento; e
- d) Entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

3.3. Gestão Atual das Águas Pluviais no Município

Na gestão municipal das águas pluviais tem-se:

Defesa Civil

A defesa civil é uma instituição destinada a realizar ações de prevenção, socorro, assistência e reconstrução para prevenir ou reduzir a ocorrência de desastres, sejam eles de causas naturais ou não. É organizado com a participação da sociedade e do poder público e tem como princípio que nenhum governo pode atender a todas as necessidades dos cidadãos. Sua atuação é alcançada por meio da atuação dos agentes, que é uma equipe composta por profissionais contratados e voluntários.

A defesa civil é responsável por garantir o direito à vida em situações de desastre. Tem como objetivo reduzir a ocorrência e a extensão dos desastres, visto que eliminar os desastres é uma meta inatingível.

Planejamento e Obras

A Secretaria Municipal de Planejamento e Obras juntamente com as diretorias de Serviços Urbanos, Viação e Transporte visam assessorar o Prefeito no Sistema Municipal compreendido e atendendo a diversos serviços como licenciar obras particulares, licenciar projetos de parcelamento do solo, instruir os pedidos de alvará de funcionamento, instruir e analisar documentação integrante de processos administrativos de edificação, reformas e demolições, executar a elaboração de certidões, alvarás, editais, licenças, elaborar relatórios das diligências efetuadas, receber e transmitir informações sobre assuntos

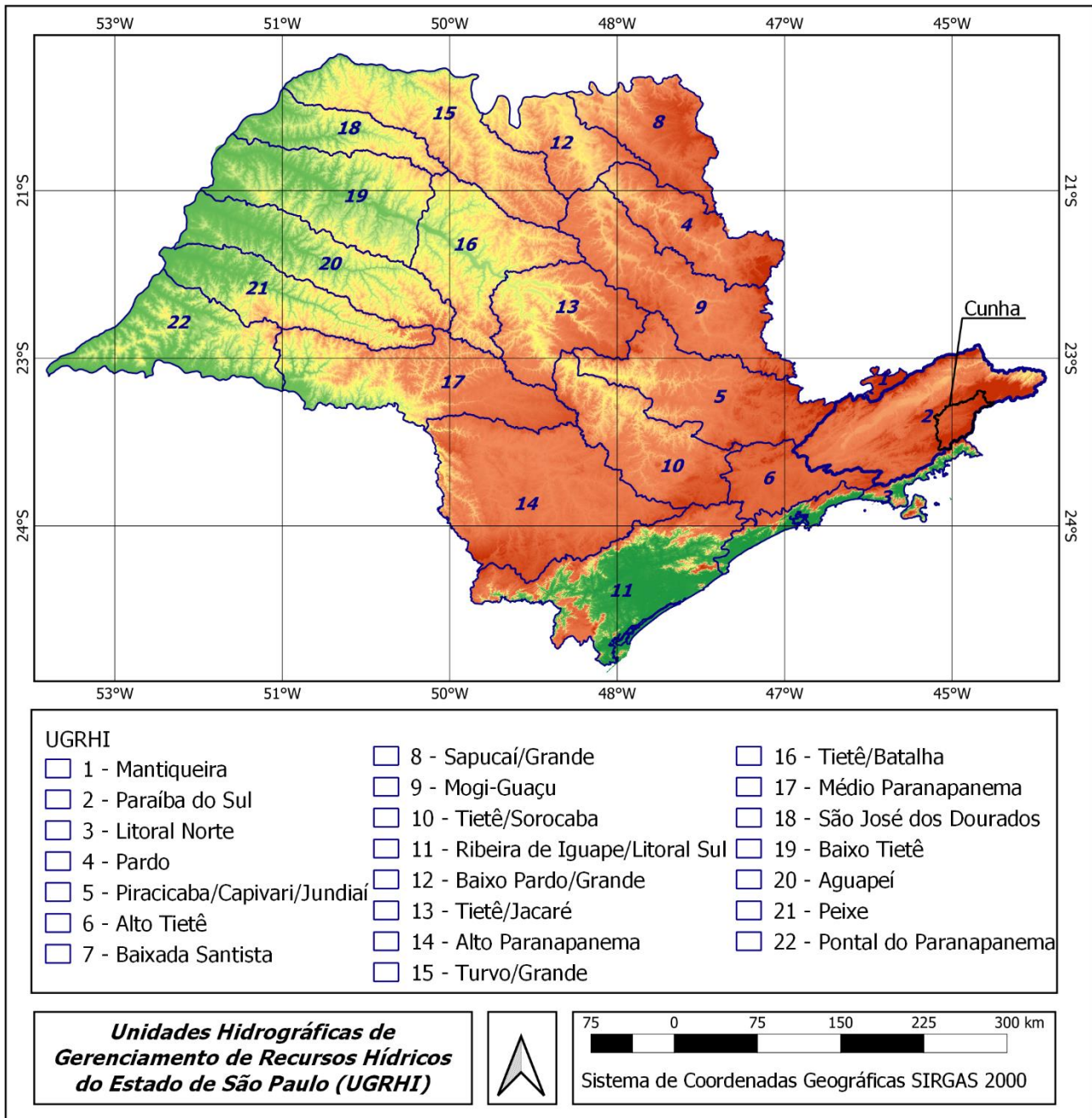
protocolizados, prestar informações a profissionais e contribuintes, prestar assessoria a conselhos municipais.; comunicar aos contribuintes e profissionais sobre irregularidades constatadas em expedientes em tramitação na Secretaria; controlar o arquivo dos expedientes pendentes de aprovação; realizar estudos para a melhoria da estrutura viária; Promover a captação de recursos em outras esferas de governo, prestar orientação aos diferentes órgãos da Administração Municipal

Assessoria e elaboração dos projetos de obras públicas Município; compreendendo todo processo de Convênio até finalização da obra com apoio a apresentação de documentos a prestação de contas, a manutenção e controle operacional da frota de máquinas, equipamentos e veículos pesados, bem como dar execução às determinações e diretrizes estabelecidas pelo Prefeito Municipal e tudo o que for inerente aos encargos legais e atribuições da Secretaria, delegadas por este, para acompanhar e executar serviços da área compreendida do setor. Faz a execução e manutenção das redes de água e esgotos públicos, bem como a ampliação e execução de novas redes por administração direta.

4. LOCALIZAÇÃO

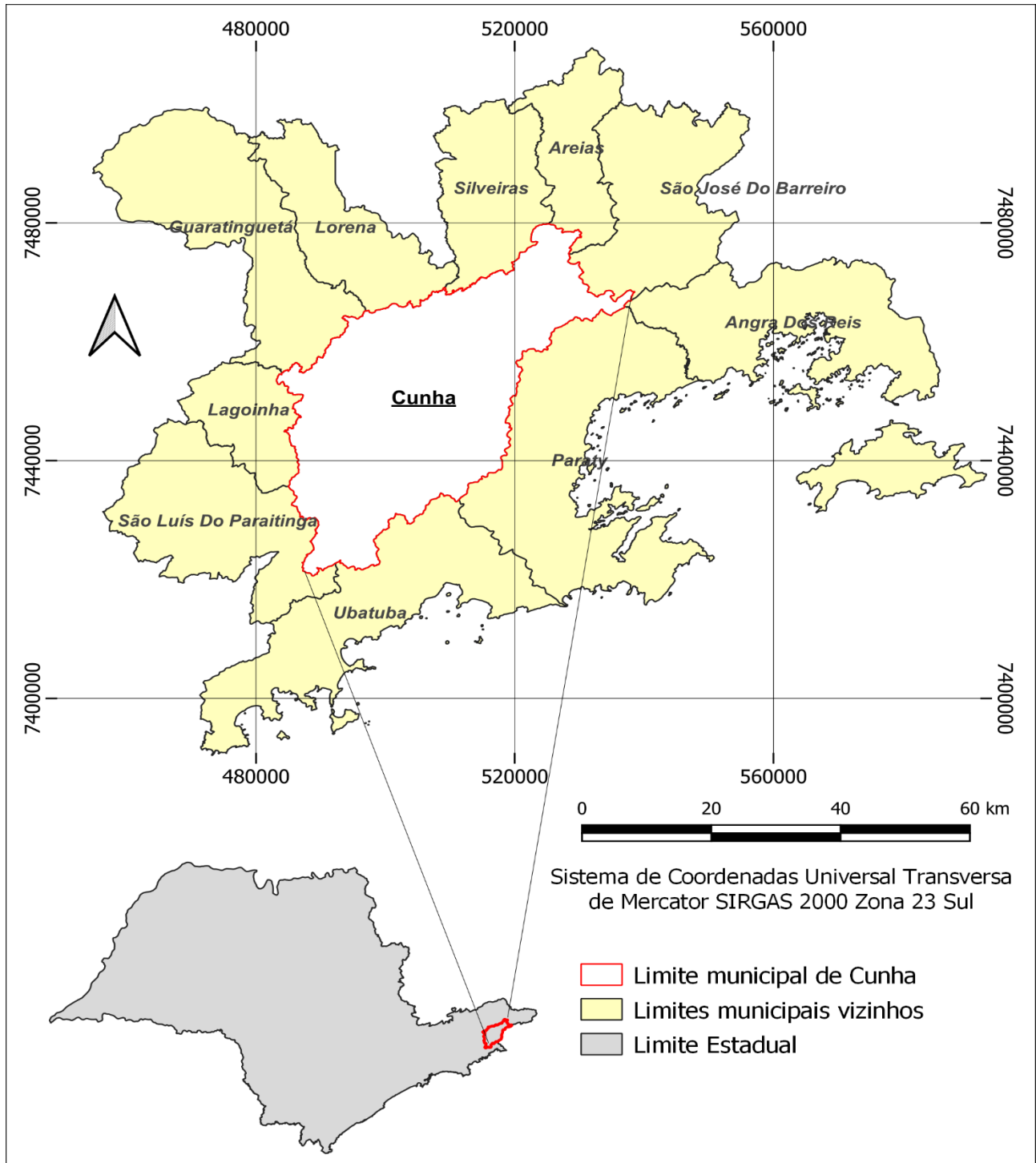
O município de Cunha está localizado no extremo sudoeste do Estado de São Paulo mais especificamente na Região do Alto Paraíba inserida na UGRHI 02 Vale do Paraíba (Figura 2). A área territorial do município é de 1.410 km² abrangendo as serras da Quebra-Cangalha, da Bocaina e do Mar. Faz limite com os municípios de Ubatuba, São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Guaratinguetá, Lorena, Silveiras, Areias, São José de Barreiro no estado de São Paulo e Angra dos Reis e Paraty no estado do Rio de Janeiro como ilustra a Figura 3 a seguir.

Figura 2 – Localização do Município de Cunha – SP no contexto das UGRHIs.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de DAEE, 2022.

Figura 3 – Mapa de Localização do Município de Cunha – SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE.

5. CARACTERIZAÇÃO SOCIECONÔMICA

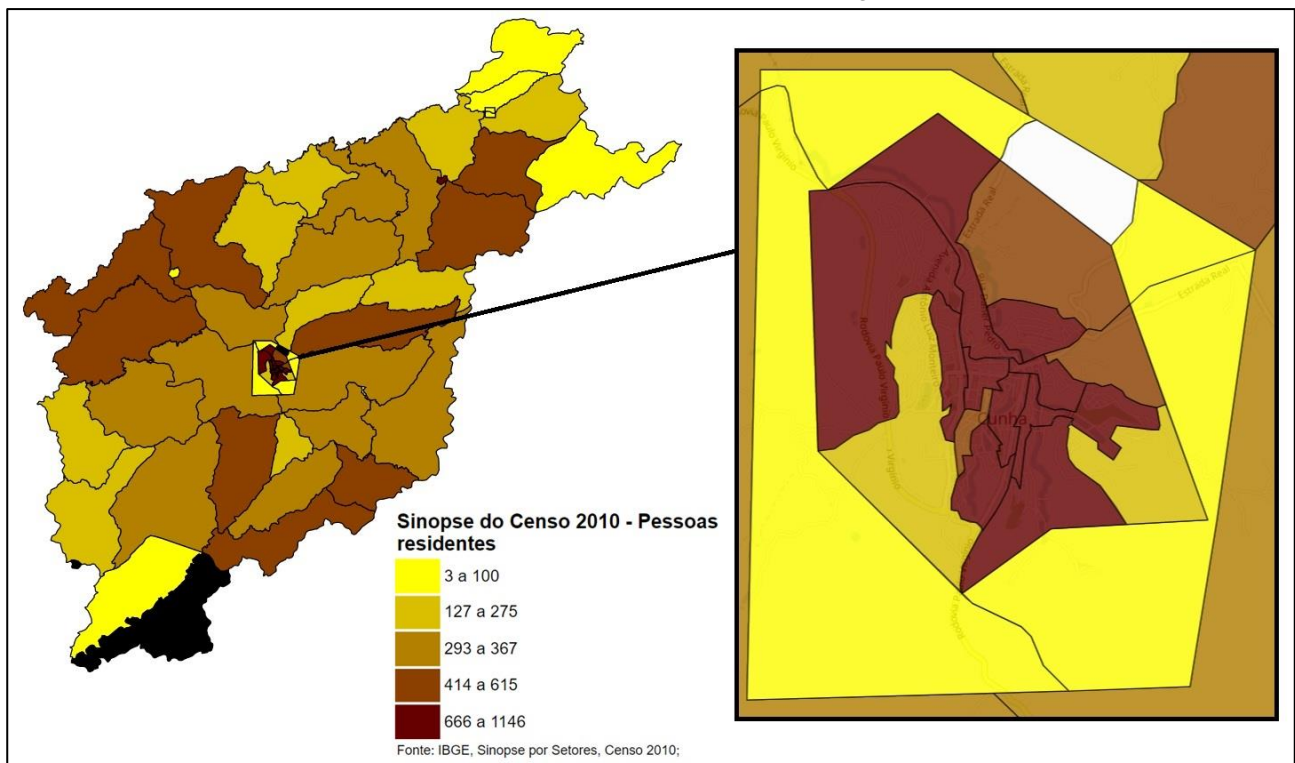
5.1. Evolução da População

Buscou-se informações mais precisas sobre a população local, porém por dados secundários não foi possível, mesmo pelos setores do censo do IBGE, sendo que mesmo assim seriam dados muito antigos, datados de 2010. Nesse sentido, verificou-se as informações sobre a população do município de Cunha-SP.

Segundo dados do IBGE (2022), o município de Cunha apresentou, no Censo Demográfico de 2000, uma população de 23.090 habitantes e, em 2010, houve uma diminuição para 21.866 habitantes. O IBGE também fez uma projeção para o ano de 2021, que para o município, é de 21.373 habitantes. A densidade demográfica do ano de 2010 era de 15,54 hab/km², considerada muito baixa.

A Figura a seguir apresenta os setores do IBGE do município e os valores da população residente, conforme o último CENSO 2010.

Figura 4 – Mapa dos Setores Censitários e a População Residente em Cada.



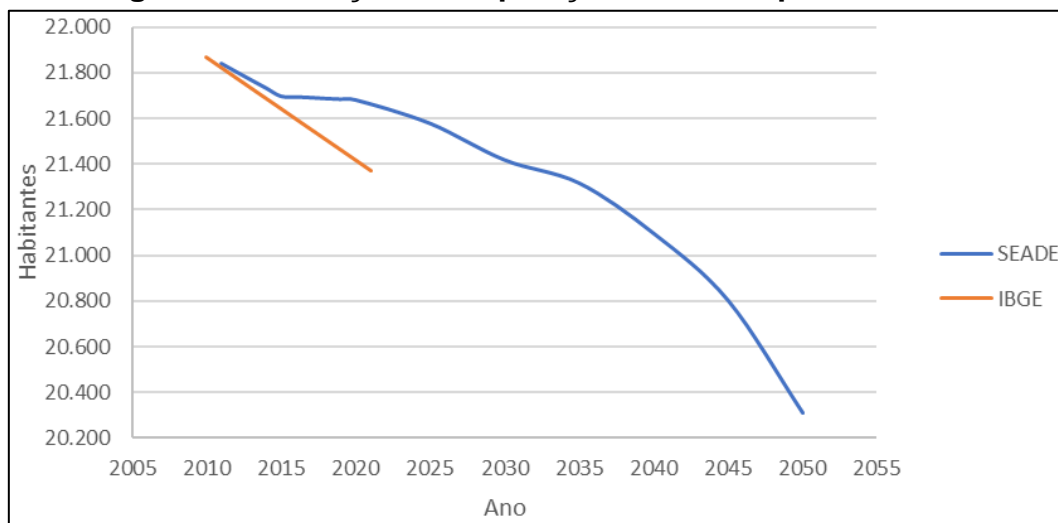
Fonte: IBGE, Sinopse por Setores, Censo 2010.

Em contra partida, a Fundação SEADE (2022) indica que a população para os anos de 2011, 2020, 2030, 2040 e 2050 são respectivamente 21.840, 21.681, 21.418, 21.097 e 20.312 habitantes. Além disso, indica que atualmente a densidade demográfica de 15,4

hab/km², e o grau de urbanização é de 64,1 %.

O comparativo da evolução da população é apresentado na Figura 5, a seguir. No qual pode-se observar a que as curvas praticamente se coincidem até o ano de 2010, porém há uma grande diferença entre as tendências, sendo que para o IBGE o decréscimo é mais acentuado e com tendência linear, enquanto que para a SEADE o decréscimo iniciou próximo a curva do IBGE, porém ao passar dos anos houve certa estabilidade e com projeção futura de decréscimo maior.

Figura 5 – Evolução da População no Município de Cunha



Fonte: adaptado de IBGE (2022) e SEADE (2022).

Considerando a população urbana e rural tem-se a seguinte projeção de acordo com a SEADE (2022) (Quadro 1).

Quadro 1 – Projeção Populacional até o Ano de 2050 para Cunha-SP

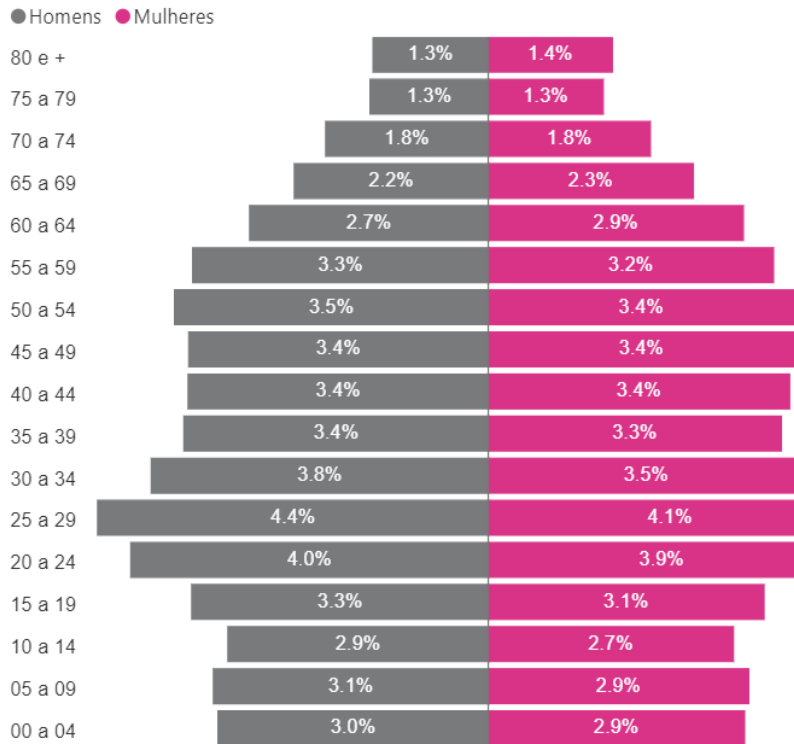
Ano	Urbana	Rural	Total
2025	14.269	7.309	21.578
2030	14.845	6.573	21.418
2035	15.412	5.905	21.317
2040	15.840	5.257	21.097
2045	16.152	4.651	20.803
2050	16.248	4.064	20.312

Fonte: SEADE (2022).

A seguir são apresentadas a pirâmide etária por gêneros e a projeção populacional de acordo com os grupos de idade (Figura 6), onde percebe-se a característica atual é de uma população de maioria masculina entre 25 e 29 anos e que em meados da década de 2020 a população idosa (acima de 60 anos) irá superar numericamente a população de crianças e pré-adolescentes (0-14 anos).

Figura 6 – Pirâmide etária por Gêneros e a Projeção Populacional de Acordo com os Grupos de Idade para o Município de Cunha-SP

População por sexo e idade*



População por sexo

● Homens ● Mulheres



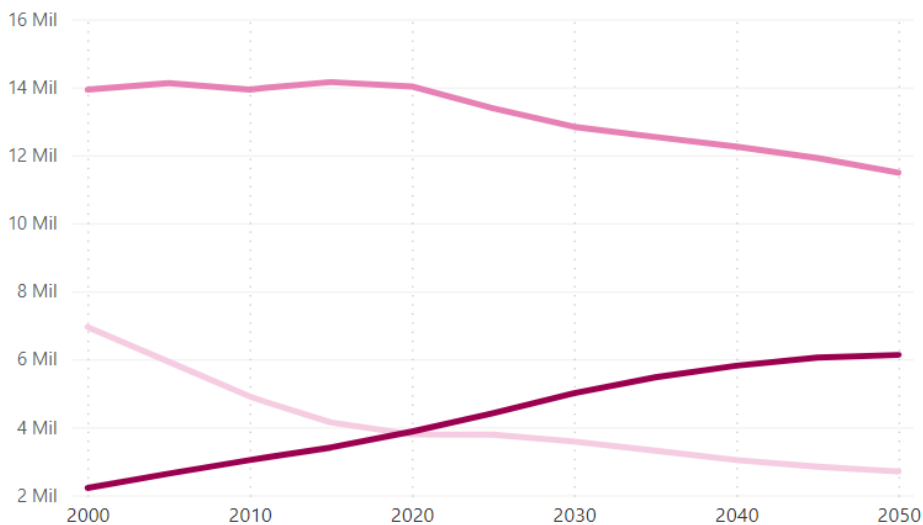
População por grupo de idade

● 00 a 14 ● 15 a 29 ● 30 a 59 ● 60 e mais



Evolução da população por grupos de idade

● 00 a 14 anos ● 15 a 59 anos ● 60 anos e mais



Fonte: SEADE (2022).

5.2. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem como objetivo ser uma medida geral do desenvolvimento humano no município em questão. Porém, esse indicador não abrange todos os aspectos do desenvolvimento social, deixando de lado aspectos como democracia, participação, equidade, sustentabilidade, entre outros. O IDHM, então, é mantido por três pilares: longevidade, educação e renda do município (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2022). Os valores de IDHM podem se enquadrar em cinco faixas, que são apresentadas a seguir, no Quadro 2.

Quadro 2 – Faixas de Classificação do IDHM

Valores	Classificação
0 – 0,499	Muito Baixo Desenvolvimento Humano
0,500 – 0,599	Baixo Desenvolvimento Humano
0,600 – 0,699	Médio Desenvolvimento Humano
0,700 – 0,799	Alto Desenvolvimento Humano
0,800 – 1	Muito Alto Desenvolvimento Humano

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2022).

Os dados do IDHM para o estado de São Paulo e para o município são apresentados no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Evolução do IDHM no Estado de São Paulo

Ano	IDHM do estado de São Paulo	IDHM do município de Cunha
1991	0,578	0,390
2000	0,702	0,543
2010	0,783	0,684

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2022).

O estado de São Paulo apresentou uma evolução do IDHM de Baixo Desenvolvimento Humano em 1991 (0,578), para Alto Desenvolvimento Humano em 2000 (0,702), chegando próximo de Muito Alto Desenvolvimento Humano em 2010 (0,783), porém ainda enquadrado como Alto Desenvolvimento Humano. Já o município teve uma evolução de Muito Baixo Desenvolvimento Humano em 1991 (0,390) para Baixo Desenvolvimento Humano em 2000 (0,543) e em 2010 atingiu o patamar médio (0,684). Comparando com o estado, o município apresenta valores muito abaixo do esperado: em 2010, Cunha teve um IDHM de 0,684, enquanto o estado apresentou um valor de 0,783, mais próximo do Muito Alto Desenvolvimento Humano, segundo a classificação do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2022).

5.3. Índice de Gini

O Índice de Gini tem o objetivo de mensurar o grau de concentração de renda de uma localidade. Os valores variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero, maior a situação de igualdade, indicando, no caso de 0, que todos têm a mesma renda. Quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade do local, isto é, poucas pessoas detêm a riqueza.

O estado de São Paulo obteve o valor de 0,56 para o Índice de Gini em 2010. Cunha apresentou, para o mesmo ano, o valor de 0,55 (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2022). Isso mostra que o município apresenta uma situação de tendência ligeiramente mais equilibrada de igualdade quando comparado ao estado.

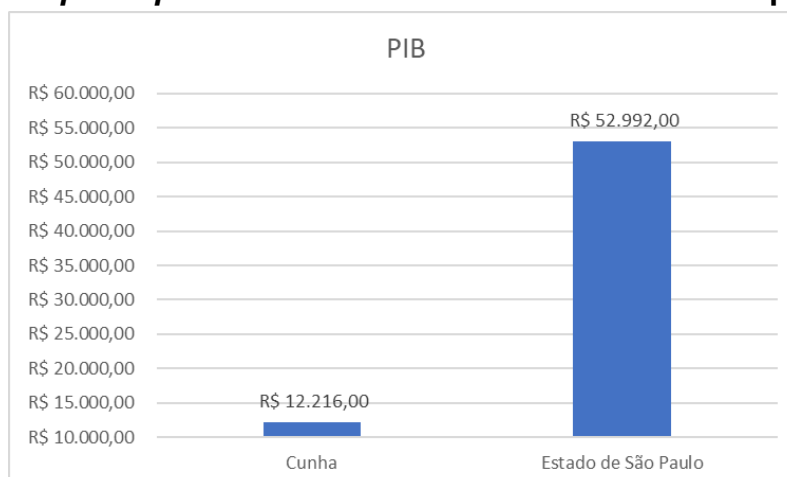
5.4. Aspectos Econômicos

5.4.1. PIB per capita

O PIB *per capita* é o Produto Interno Bruto (valor anual) dividido pela quantidade de habitantes de um país, estado ou cidade. O PIB *per capita* é utilizado como indicador de riqueza, pois quanto mais rico é o local, maior o valor dividido por seus habitantes. Porém, o PIB *per capita* não considera a questão da desigualdade de renda, como é avaliado pelo Índice de Gini, podendo dar uma impressão de falsa riqueza.

A Figura 7 apresenta os valores do PIB per capita para o estado de São Paulo e para o município de Cunha. O estado de São Paulo apresenta um valor de PIB per capita atual de R\$ 52.992,00 e Cunha apresenta valor muito inferior, cerca de quarenta mil reais a mais (R\$ 12.216,00).

Figura 7 – PIB *per capita* do Estado de São Paulo e do Município de Cunha



Fonte: adaptado de SEADE (2022).

5.4.2. Emprego e Rendimento

A SEADE (2022) apresenta, por setores, informações referentes aos empregos e ao rendimento médio por empregos formais. Os dados para o estado de São Paulo e para o município de Cunha são apresentados a seguir, no Quadro 4.

Quadro 4 – Emprego e Rendimento no Estado de São Paulo e no Município de Cunha, em 2019

Setor	Cunha		Estado de São Paulo	
	Participação dos empregos formais (%)	Rendimento médio (em reais)	Participação dos empregos formais (%)	Rendimento médio (em reais)
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	21,47	R\$ 1.414,78	2,32	R\$ 2.085,74
Indústria	7,64	R\$ 1.893,02	17,20	R\$ 3.930,94
Construção	1,35	R\$ 1.116,73	4,20	R\$ 2.792,65
Comércio Atacadista e Varejista, e do Comércio e Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas	21,42	R\$ 1.619,66	19,80	R\$ 2.683,51
Serviços	48,12	R\$ 2.354,09	56,48	R\$ 3.781,97
Total	100,00	R\$ 1.954,86	100	R\$ 3.510,79

Fonte: Adaptado de SEADE (2022).

Como pode ser observado no Quadro 4, Cunha apresenta aproximadamente 50 % da fonte de empregos baseada pelos serviços, seguido pelo no setor de agricultura e pecuária (21,47 %), comércio (21,42 %), indústria (7,64 %) e por fim, construção (1,35 %). Esses dados são bastante contrastantes aos apresentados no estado de São Paulo, afinal para o município a atividade agricultura e pecuária é aproximadamente 20 % maior que o estado de São Paulo. Em contra partida o setor de indústria e serviços se encontram a baixo, em torno de 10% menor que para o estado.

5.5. Educação

O último Censo de 2010 indicou que a população do município de Cunha-SP tem uma taxa de analfabetismo da população de 15 ano ou mais de 10,45 %, enquanto que 43,07 % da população entre 18 e 24 anos tinha pelo menos ensino médio completo.

A SEADE apresenta informações para o município de Cunha-SP quanto o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), Taxas de aprovação, reprovação e abandono

além das participações percentuais das redes de ensino nas matrículas efetuadas no município. A Figura 8 apresenta algumas dessas informações.

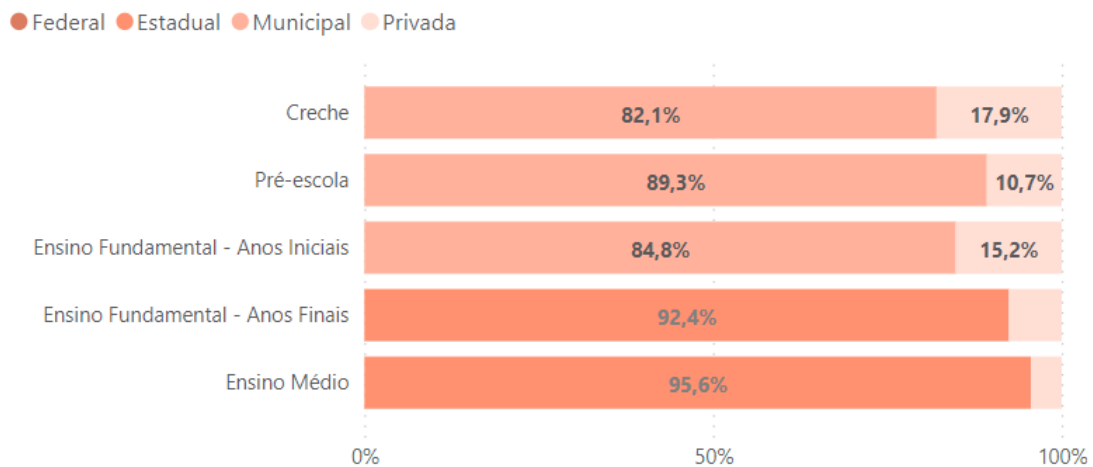
Figura 8 – Informações Sobre a Educação no Município de Cunha-SP



Taxas de aprovação, reprovação e abandono

Nível e rede de ensino	Taxa de aprovação	Taxa de reprovação	Taxa de abandono
Fundamental - anos iniciais			
Privada	98,10	1,90	0,00
Pública	99,10	0,90	0,00
Fundamental - anos finais			
Privada	100,00	0,00	0,00
Pública	98,00	0,90	1,10
Médio			
Privada	100,00	0,00	0,00
Pública	94,50	0,70	4,80

Matrículas por Rede de Ensino



Fonte: SEADE (2022).

5.5.1. Programas de Educação Ambiental

5.5.1.1. Plano de Educação Ambiental e Mobilização Social

Em 2020, Instituto Chão Caipira, Instituto H&H Fauser, Funbea e Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS) em conjunto elaboraram o Plano de Educação Ambiental e Mobilização Social - PEAMS da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul de forma participativa. O plano norteia as ações de educação ambiental no território e subsidia a distribuição de recursos para esse fim, como os recursos do Fundo

Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

Nesse documento indica que o CBH-PS tem uma iniciativa, através da Câmara Técnica de Educação Ambiental e Mobilização Social (CT-EAMS) de ministrar o Curso de Gestão Educação Ambiental e Mobilização Social que conta com 11 módulos realizados em diferentes cidades da Bacia, por organizadores e instrutores voluntários em parceria com diferentes entidades da região. No caso de Cunha-SP a parceria se dá pelo Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Cunha.

No PEAMS também contem um levantamento de iniciativas de educação ambiental e mobilização social. Neste levantamento constam iniciativas que regionais nas quais Cunha se insere, tais como:

- **Projeto Cultivando Conhecimentos: A Percepção Ambiental do rio das Antas em Taubaté SP. Um projeto de Educação Ambiental. Livro**
- **Em andamento**
 - A experiência de Educação Ambiental desse trabalho tem como elo fundamental o contato do indivíduo com a natureza. Tanto a natureza meio quanto indivíduo. As atividades propostas têm caráter de exercício tanto lúdico quanto científico. E atende as expectativas que se tem de Educação social transformadora. Ou seja, apresenta como recurso de aprendizagem teórico e prático o exercício social construtivo.
- **Pratique Consciente**
- **Em andamento**
 - Aplicar a sustentabilidade nas práticas do dia-a-dia com o objetivo de gerar menos "lixo".
- **Os Cumpadres do Meio Ambiente**
- **Em andamento**
 - Conscientização e sensibilização sobre Meio Ambiente, através da arte. Causos e estórias sobre o tema.

Especificamente para o município de Cunha o levantamento aponta:

- **Semana do Meio Ambiente - Rotary Club Cunha**
 - Conscientização da importância da proteção ambiental na Serra do Mar para Rio Parayba

- **Desenvolvimento Agroecológico da Agricultura Familiar – Juventude Agroecológica - Ong Serra Acima Cunha**

- Promover a renovação geracional da agricultura familiar

5.5.1.2. Serra Acima – Associação de Cultura e Educação Ambiental

Fundada em 1999, A Serra Acima – Associação de Cultura e Educação Ambiental é uma Organização Social de Interesse Público – OSCIP atua na região do Vale do Paraíba Paulista com o objetivo de incentivar a geração participativa de conhecimentos e práticas ambientalmente sustentáveis e socialmente justas, empregando conceitos e ferramentas da agroecologia.

O escopo principal de trabalho é na conservação ambiental (proteção de nascentes, recuperação da Mata Atlântica e eliminação da dependência de insumos de síntese química) com ênfase na geração de trabalho e renda para famílias agricultoras.

Dentre os projetos e ações pode-se destacar:

- **Casa Abrigo Trilhas da Infância**
 - Atendimento a crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade social em oficinas socioambientais e profissionalizantes.
- **Curso Modular de Agricultura, Cultura e Meio Ambiente**
 - Curso voltado para jovens monitores, representantes de 04 associações de bairros rurais da região
- **Viver na Mata Atlântica**
 - Processos participativos de planejamento e implantação de ações de recuperação ambiental aliadas ao fortalecimento da agricultura familiar e da agroecologia na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
- **Projeto de Recuperação de Matas Ciliares**
 - Desenvolvimento de instrumentos, metodologias e estratégias para viabilizar um programa de restauração de matas ciliares de longo prazo e de abrangência estadual.
- **Agroecologia – Vida na roça, alimento saudável na cidade**
 - Trouxe a consolidação de frentes de trabalho focadas em produção de hortaliças orgânicas, pecuária ecológica e confecção de produtos de limpeza e higiene ecológicos

- **Feira de Troca de Sementes Crioulas**
 - Evento cuja finalidade é a garantia da variedade das espécies dentro da agricultura familiar.
- **Prospecção de áreas rurais em Cunha para restauração florestal**
 - Trabalho de prospecção e cadastramento de proprietárias e proprietários rurais em Cunha que tenham interesse na restauração florestal em sua propriedade para identificar propriedades parceiras para submeter um projeto ao edital FEHIDRO 2022.

5.5.2. Participação Comunitária

Alguns atores sociais devem ser chamados para participar de todos os eventos previstos, tanto para auxiliar na mobilização da sociedade para participar dos eventos programados e quanto para participação efetiva no âmbito deste plano.

Algumas entidades que possam participar são:

- Secretarias de governo municipal.
- Defesa Civil.
- Serra Acima-Associação de Cultura e Educação Ambiental.
- Associação Educativa e Comunitária Serrana de Cunha.
- Rotary Club de Cunha.
- Associação comercial de Cunha.
- Associação agropecuária de Guaratinguetá.
- Procon (Cunha-SP).
- Associações Comunitárias.
- Câmara Municipal dos Vereadores
- Conselho Municipal de Turismo de Cunha
- Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência do Município de Cunha – CMPD
- Conselho Municipal dos Direitos da Mulher
- Conselho Municipal defesa dos animais
- Conselho Municipal Idoso
- Conselho Municipal de Saneamento Básico
- Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural CMDR
- Escolas Estaduais

- Escolas Municipais
- Escolas Particulares
- Ministério Público
- Promotoria Pública Municipal
- Representantes de Concessionárias ou Autarquias responsáveis por serviços de saneamento básico
- Sindicato Dos Trabalhadores Rurais De Cunha
- Unidades Básicas de Saúde
- Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS)
- AGEVAP – Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul

6. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Esta etapa do trabalho é dedicada à caracterização do meio físico do local assim como a geração de mapas temáticos do município que serão aplicados em estudos futuros de acordo com o Termo de Referência. São abordados nesta etapa os seguintes componentes do meio físico e ambiental:

- Clima;
- Geologia;
- Geomorfologia, considerando as formas de relevo assim como a hipsometria e classes de declividade; e
- Solos.

6.1. Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, a maioria correspondente a clima úmido. São eles:

- Af que é caracterizado pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca e abrange a faixa litorânea do Estado.
- Am que é caracterizado pelo clima tropical chuvoso e abrange pontos isolados do Estado.
- Aw que é caracterizado pelo tropical chuvoso com inverno seco e abrange as regiões a Noroeste do Estado.

- Cfa que é caracterizado pelas faixas de clima tropical, com verão quente, sem estação seca de inverno e abrange o Sul do Estado.
- Cfb que é caracterizado pelo verão ameno e chuvoso o ano todo e abrange as áreas serranas, mais altas, das serras do Mar e da Mantiqueira do Estado.
- Cwa que é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno e abrange toda a parte central do Estado.
- Cwb que é caracterizado pelo com o verão ameno e abrange algumas áreas serranas do Estado.

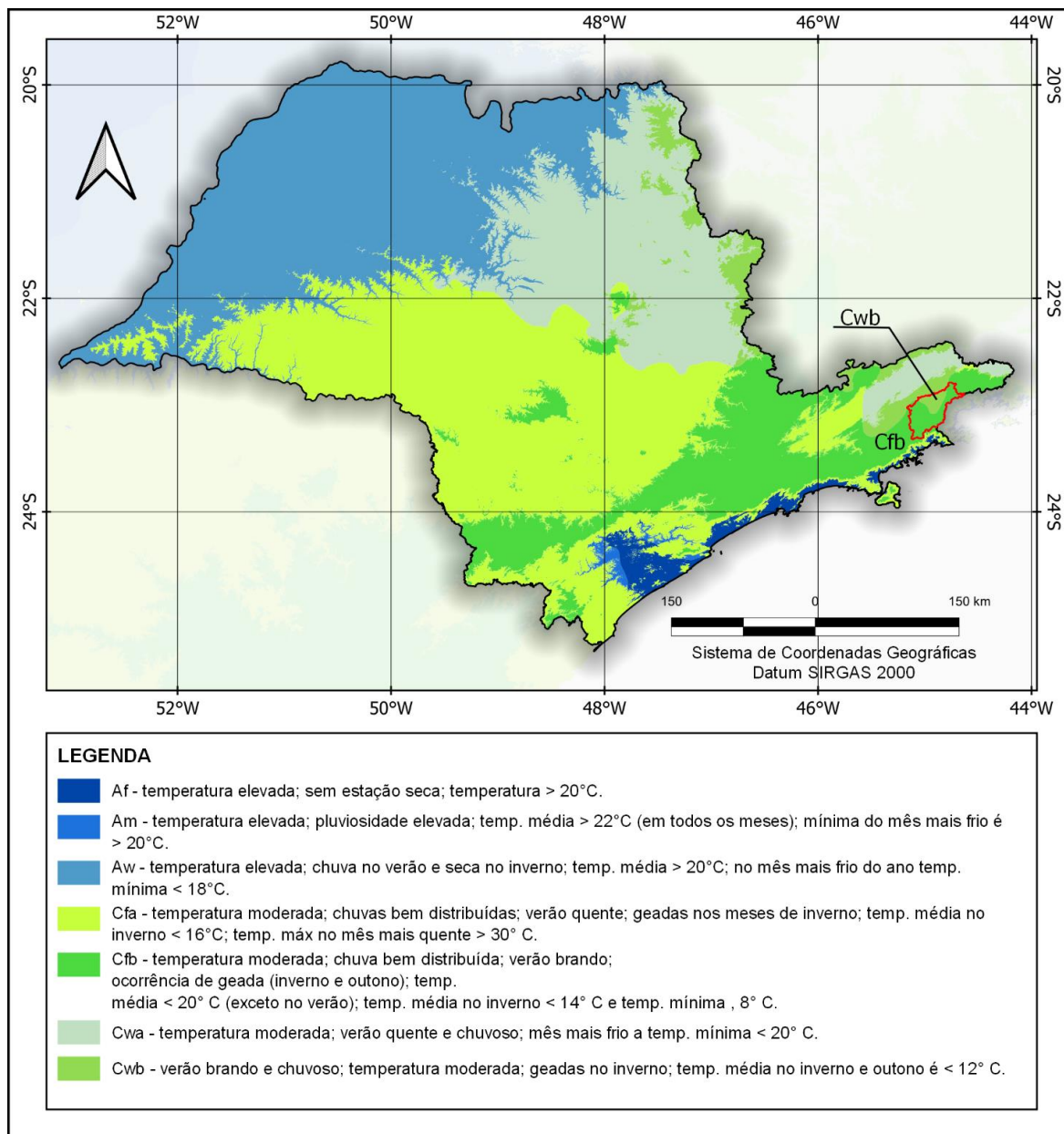
Devido ao aspecto morfológico e posição geográfica, o município de Cunha apresenta dois tipos climáticos segundo a referida classificação sendo eles o Cfb e Cwb.

O tipo Cfb ocupa a maior parte do território e é caracterizado por temperatura moderada, verão brando e chuvoso com ocorrência de geada no outono e inverno. Temperatura média abaixo de 20° com exceção no verão.

Já o tipo Cwb está restrito as regiões situadas nos altos das serras. Apresenta verão brando e chuvoso com temperatura moderada, geadas no inverno e outono e média de temperatura inferior a 12° no inverno.

A Figura 9 a seguir ilustra a distribuição dos tipos climáticos segundo a classificação climática de Köppen.

Figura 9 – Localização do Município de Cunha – SP no contexto dos Tipos Climáticos do Estado de São Paulo.

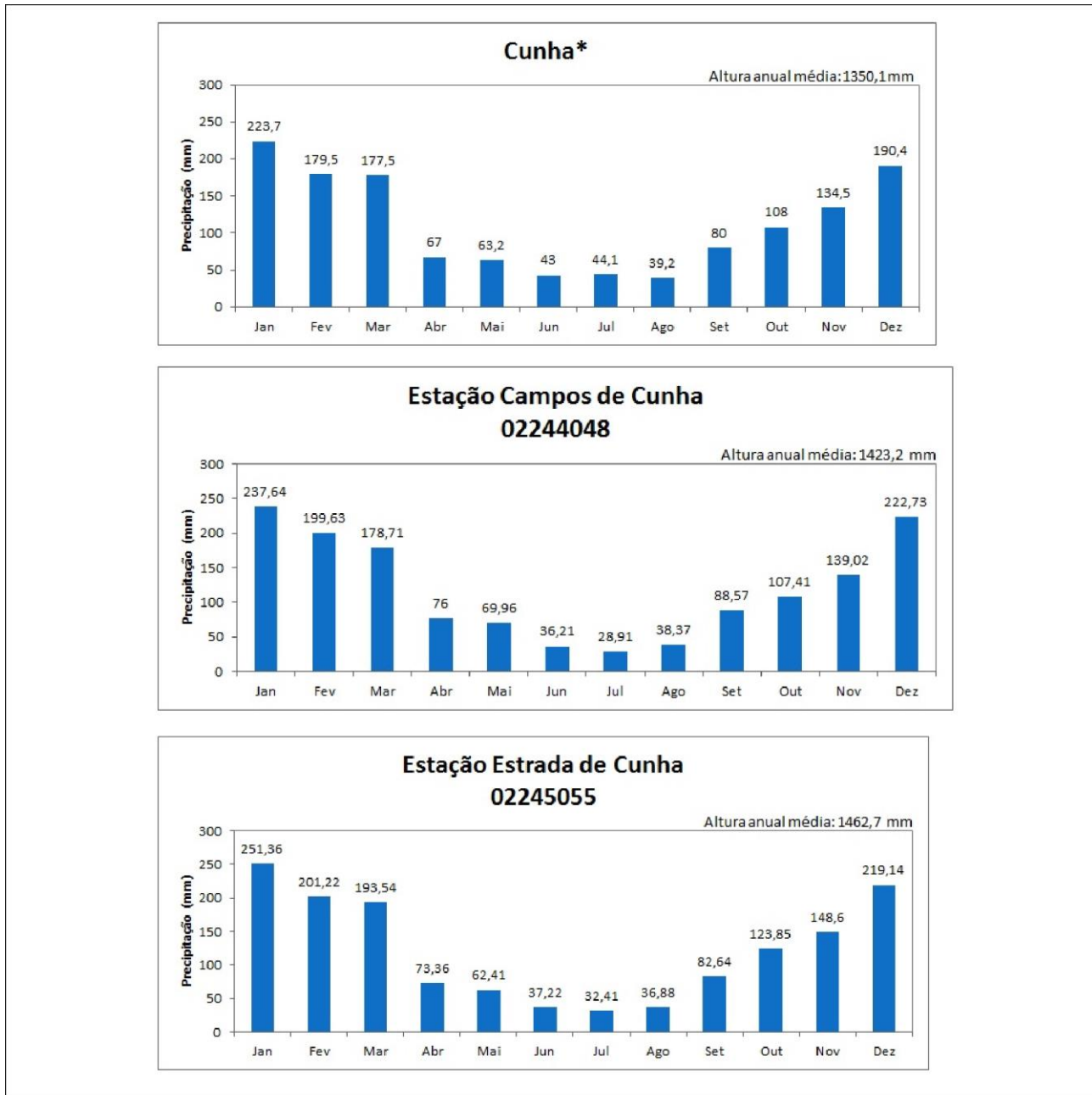


Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados Alvares et. al, (2013).

Já em relação aos dados pluviométricos, a distribuição segue o padrão dos climas tropicais típicos onde o verão é mais úmido com maiores valores de chuva em relação ao inverno.

Isso pode ser verificado pelos dados obtidos em três estações pluviométricas de monitoramento sendo elas Cunha, 02244048 Estação Campos de Cunha e 02245055 Estação Estrada de Cunha localizada no bairro Paraitinga. A Figura 10 mostra a distribuição pluviométrica média ao longo do ano com base nos dados do Atlas Pluviométrico do Brasil (Pinto et al., 2011).

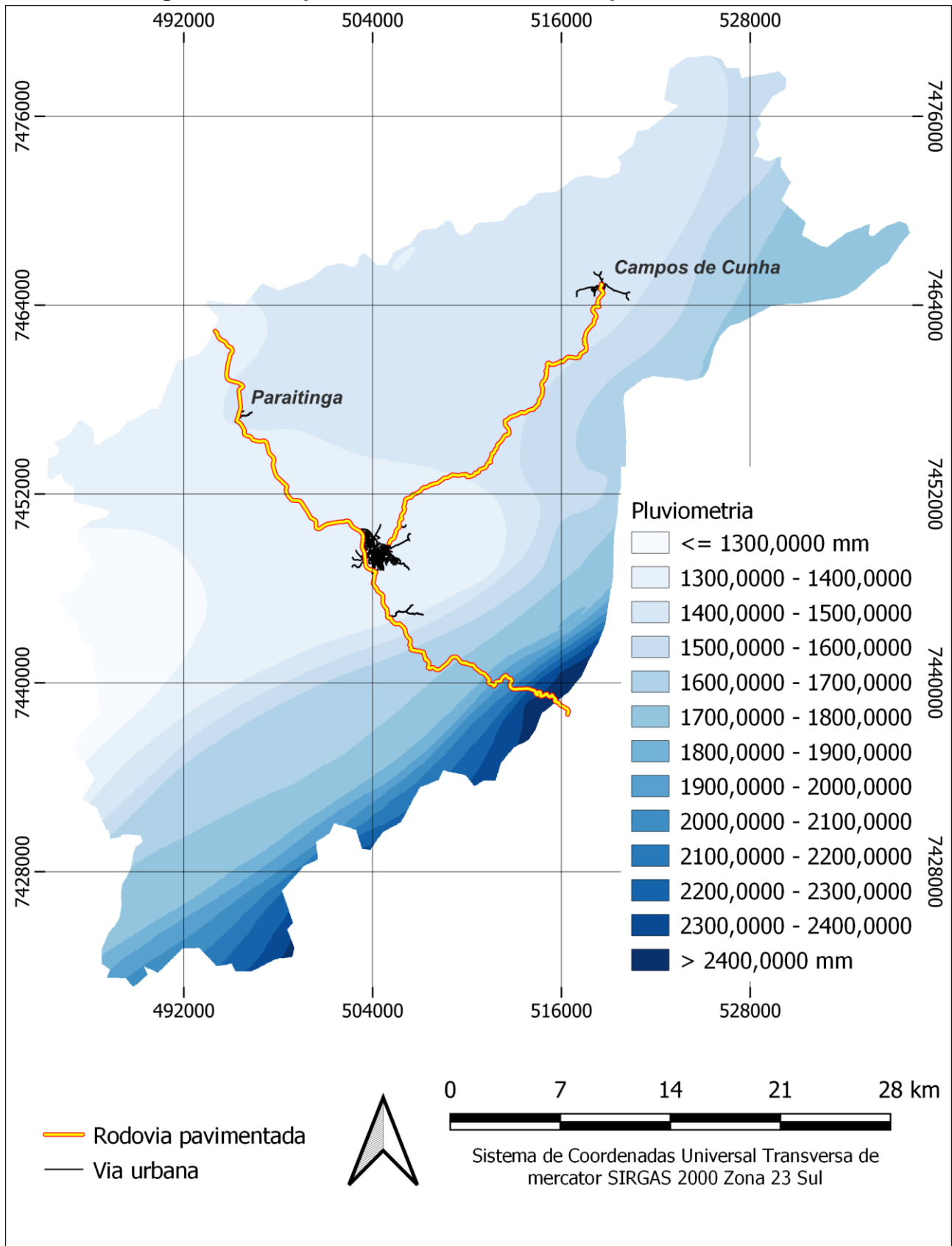
Figura 10 – Dados de Precipitação do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de (Pinto et al., 2011).

A Figura 11 a seguir mostra os dados pluviométricos em mapa.

Figura 11 – Mapa Pluviométrico do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de (IPT, 2014).

6.2. Geologia

O substrato geológico do município de Cunha é composto predominantemente de rochas do embasamento cristalino Pré-cambrianos do arqueano e proterozóico superior coberta de forma discreta pelos depósitos holocênicos.

As rochas cristalinas do pré-cambriano pertencem Complexo Costeiro do arqueano e Complexo Embu que por sua vez engloba as rochas do Grupo Açungui do proterozóico superior. Os granitóides presentes também pertencem ao proterozóico superior.

Complexo Costeiro é composto por migmatitos diversos, incluindo estromatitos, metatexitos, diatexitos, biotita gnaisses, granitóides e granitos gnáissicos, anfíbolitos e serpentinitos subordinados, localmente migmatitizados.

O Complexo Embu é constituído de migmatitos heterogêneos, essencialmente estromatíticos, com paleossoma xistoso, gnáissico ou anfíbolítico, migmatitos homogêneos variados predominando os de natureza homofânica, oftalmítica e facoidal.

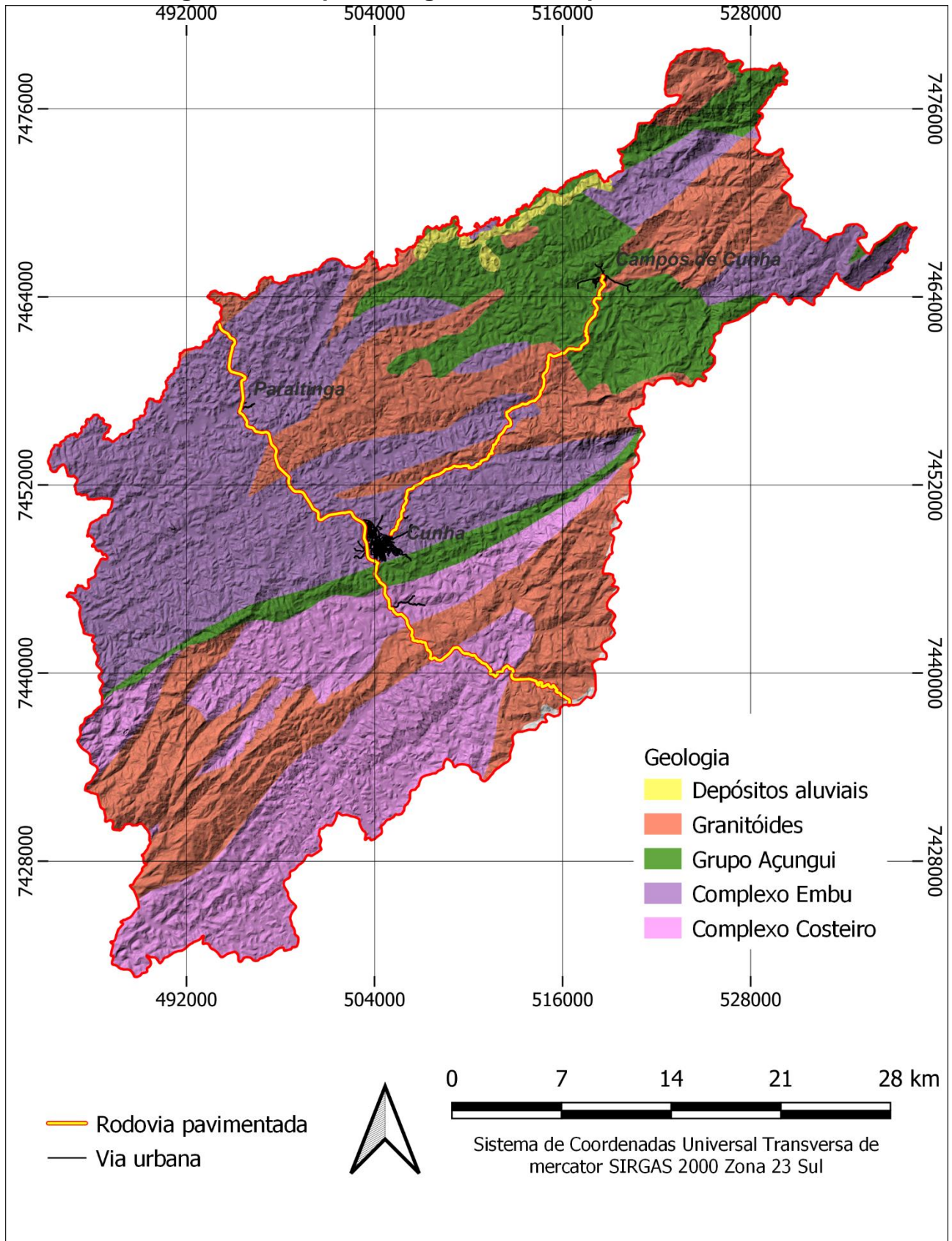
O Grupo Açungui pertencente ao Complexo Embu apresenta micaxistos, quartzo micaxistos, subordinadamente quartzitos micáceos e gnaisses.

Os complexos graníticos presentes são compostos por Corpos granitóides foliados, com contatos parcialmente discordantes, textura porfiróide frequente, composição de tonalítica a granítica (fácies Cantareira), granitos e granitóides polidiapíricos de termos porfiríticos, com granulações variadas e corpos granitóides foliados, com contatos concordantes e transicionais, incluindo anatexitos, nebulitos e oftalmitos; grande heterogeneidade petrográfica, composicional e textural (fácies migmatítica).

Já os depósitos do holoceno são constituídos por depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base.

A Figura 12 a seguir ilustra a Geologia do Município de Cunha.

Figura 12 – Mapa Geológico do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de (DAEE UNESP 1984).

6.3. Caracterização Morfométrica

A caracterização morfométrica aqui apresentada, busca representar de maneira clara e objetiva os dados cruciais na classificação dos terrenos fornecendo a representação das altitudes por meio da hipsometria, das classes de declividade e das classes de relevo.

6.3.1. Hipsometria

O mapa hipsométrico (Figura 13) representa a elevação de um terreno através de cores onde geralmente utiliza-se um sistema de graduação de cores variando dos tons de verde para as menores altitudes gradando para os tons de amarelo para as intermediárias chegando a tons de marrom escuro e cinza claro para as maiores altitudes.

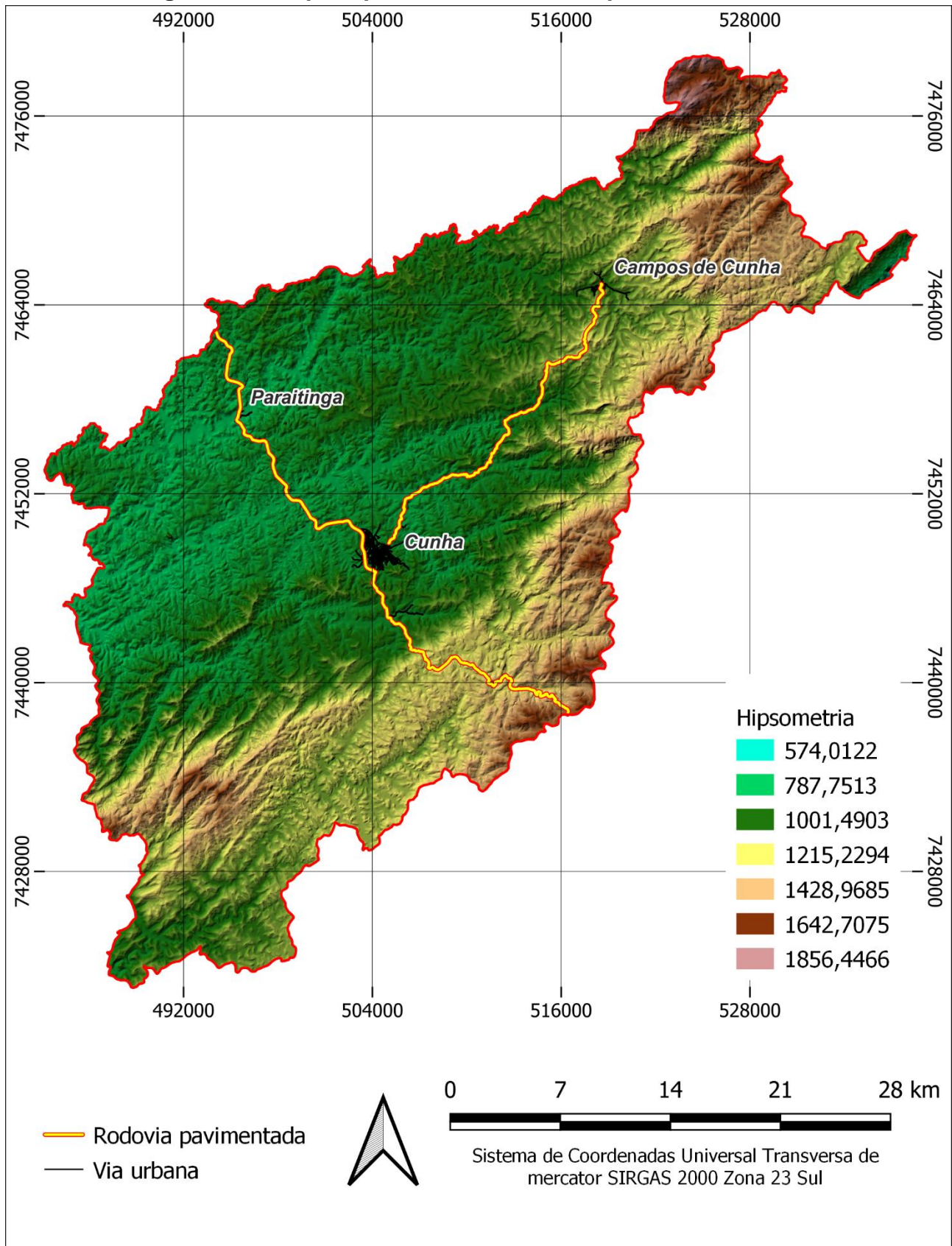
Segundo IBGE (2009), a hipsometria representa um importante instrumento para identificação de superfícies balizadas em níveis altimétricos identificados anteriormente. Nas escalas de detalhe, pode ser utilizado para a realização de inferências quantitativas no que tange a extensão de interflúvios, aprofundamento de vales e drenagem e à declividade das vertentes, informações estas que em conjunto com a representação das curvas de nível e perfis topográficos complementam as informações de caráter qualitativo aplicados nas análises de evolução do terreno.

A elaboração e a fácil acessibilidade aos MDTs somada ao avanço dos *softwares* de SIG facilitam a obtenção de parâmetros morfométricos inerentes aos estudos de estabilidade de encostas como escorregamentos, corridas de detritos e processos hidrológicos. Sendo assim, o uso desses modelos tornou-se frequente em diversas metodologias de mapeamento de áreas de risco, cartas de suscetibilidade e cartas geotécnicas de aptidão. Analisando a hipsometria do território municipal de Cunha, nota-se uma grande amplitude de altitude tendo os menores valores por volta de 570 chegando até 1850 m.

A área urbana de Cunha está situada a uma altitude que varia entre 900 e 1020 metros de altitude.

As áreas mais altas restringem-se as serras da Bocaina no extremo norte do território municipal, e na Serra do Mar na divisa com o Município de Parati.

Figura 13 – Mapa Hipsométrico do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de IPT (2014).

6.3.2. Declividade

A existência de diferentes propostas de classificação de declividade denota o interesse no estabelecimento de critérios que sejam capazes de fornecer diretrizes para uso adequado do solo em função da variação do relevo, possibilitando a identificação de áreas suscetíveis a processos erosivos e a movimentos de massa IBGE, (2009). As informações referentes ao declive das vertentes são de considerável importância, pois são utilizadas como parâmetros restritivos ao uso do solo por parte das frentes de ocupação urbana.

Sendo assim, buscou-se classificar as classes de declividade em intervalos que reflitam o comportamento do solo em relação às solicitações impostas pela ocupação.

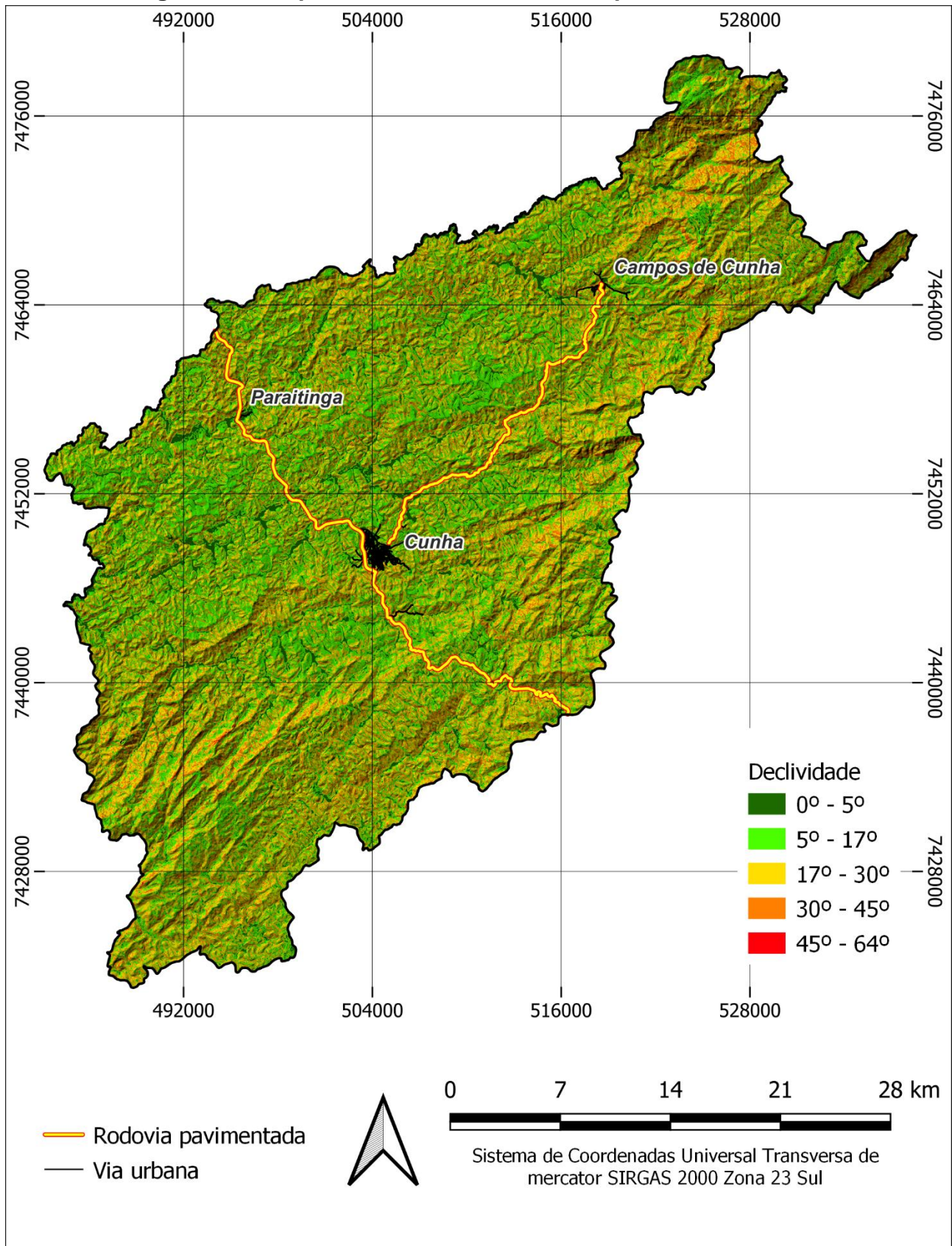
Seguindo a metodologia de Sobreia e Souza (2014) as classes de declividade adotadas foram:

- **0° - 5°:** Áreas planas constituídas por planícies aluviais e terraços suscetíveis a processos hidrológicos de inundações e enchentes.
- **5° - 17°:** Áreas compostas por colinas e morrotes cuja inclinação não gera a necessidade de estudos geológicos geotécnicos detalhados, não oferecendo dessa forma, restrições à ocupação.
- **17° - 30°:** Áreas compostas por morros baixos a morros altos cuja ocupação deve ser estabelecida perante estudos geológico-geotécnicos a fim de determinar as medidas estruturais para a garantia da segurança das ocupações.
- **30° - 45°:** Áreas muito inclinadas compostas por morros altos cuja ocupação deve ser evitada devido ao alto custo de obras de contenção ou drenagem.
- **> 45°:** Áreas muito inclinadas constituídas por serras por vezes escarpadas com exposição rochosa cuja ocupação indicada é a preservação ou outras atividades relacionadas ao turismo.

Analisando a Figura 14 do mapa de declividade de Cunha, nota-se que o intervalo entre 17 e 30° é o predominante.

As áreas mais planas com intervalos entre 0 e 5° encontram-se restritas em pequenas várzeas nos fundos de vales encaixados no relevo.

Figura 14 – Mapa de Declividade do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de hipsometria.

6.3.3. Relevo

O Estado de São Paulo foi dividido por Almeida (1964) em províncias geomorfológicas, subdivididas em zonas e subzonas, cada qual representando, em diferentes escalas, conjuntos de elementos de relevo homogêneos. Esta subdivisão foi posteriormente revisada por IPT (1981), segundo o qual consta que a região de Cunha encontra-se inserido no Planalto Atlântico, subdividido na zona Planalto de Paraitinga, esta, por sua vez, representada pelas subzonas Morraria de Paraitinga, Morraria de Paraibuna e Serraria de Natividade Quebra-Cangalha. Essas subzonas por sua vez, são compartimentadas nas seguintes classes de relevo: Planícies e terraços fluviais, colinas, Morrotes em meia laranja, Mar de Morros, Morros com Serras Restritas e Escarpas Festonadas.

Segundo os dados obtidos na Carta de Suscetibilidade a Processos Gravitacionais de Massa e de Inundação de Cunha disponível no sítio da CPRM, a área de estudo é dividida nas seguintes unidades geomorfológicas:

- Planícies e terraços fluviais
- Colinas;
- Morrotes;
- Morros baixos;
- Morros altos;
- Serras; e
- Escarpas

Essa classificação seguiu os padrões definidos por IPT/Emplasa (1990), Ponçano et.al., (1981) e Ross (1992) onde os fatores morfométricos levados em consideração embasaram-se nas amplitudes, declividades e fotointerpretação.

Analisando as duas compartimentações nota-se semelhanças quanto as suas descrições e distribuição geográfica.

Segundo Ponçano *et. al.*, (1981), as Planícies e Terraços Fluviais e Marinhas são formas de relevo de agradação onde o primeiro é caracterizado por contemplar terrenos baixos mais ou menos planos desenvolvidos próximos aos cursos d' água e suscetíveis a inundações periodicamente. Já os Terraços Fluviais são terrenos planos ou levemente inclinados junto às margens dos rios sobre-elevados poucos metros das várzeas não

inundáveis.

As Colinas Pequenas com Espigões Locais é um padrão de relevo de degradação em planaltos dissecados onde predominam interflúvios não orientados cuja área não ultrapassa o valor de 1 km². Os topos variam de aplainados a arredondados possuem vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. Apresentam densidade de drenagem variando entre média e alta com padrão subparalelo à dentrítico com vales fechados e planícies aluviais restritas.

Os Morrotes (Figura 15) em meia laranja apresentam padrão ondulado onde predominam amplitudes locais entre 60 e 90 metros e declividades médias a altas com valores maiores que 15%. Os topos são arredondados com perfis convexos a retilíneos. A drenagem apresenta padrão de treliça e a densidade de canais de drenagem é alta. Os vales variam de fechados a abertos com presença de planícies aluviais restritas onde podem ocorrer a presença de colinas nas cabeceiras dos cursos d' água principais. Os Morros com Serras Restritas desenvolve-se sobre os migmatitos do Complexo Costeiro ocupando todo o centro norte do município e apresentam características semelhantes com os Morros Paralelos no que diz respeito as classes de declividade e amplitude altimétrica. De forma distinta do anterior suas vertentes apresentam perfis retilíneos onde por vezes são abruptos com presença de serras restritas. Apresenta alta densidade de drenagem com padrão dentrítico a pinulado com vales fechados e planícies interiores restritas.

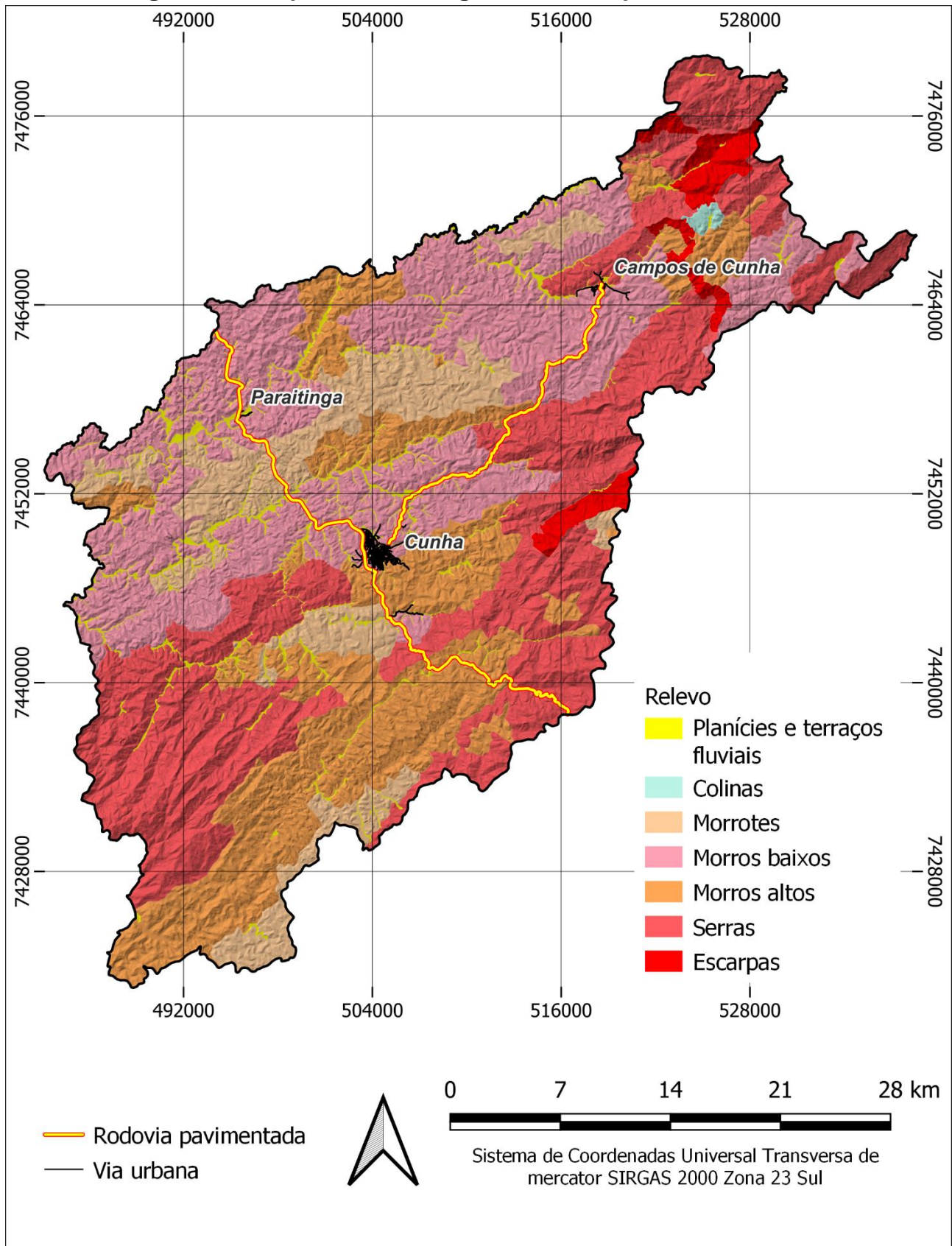
As escarpas festonadas encontram-se restritas ao limite norte do município cujo substrato litológico é representado pela zona cataclástica. As escarpas são desfeitas em anfiteatro separadas por espigões com topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos. Os vales são fechados e o padrão de drenagem pode variar de subparalelo a dentrítico com alta densidade de drenagem. Já os padrões de relevo apresentados nas Cartas de Suscetibilidade apresentam parâmetros base como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Resumo dos Padrões de Relevo e Parâmetros Básicos.

Padrão de Relevo	Amplitude (m)	Declividade Predominante	
		(°)	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotes	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30
Serras	> 300	> 16,7	>30
Escarpas	100	31	60

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Bitar Coord. (2014).

Figura 15 – Mapa Geomorfológico do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em IPT (2015).

6.3.4. Solos

Para a análise deste fator, foram consideradas duas classificações. A primeira classificação teve como objetivo fornecer informações importantes para o contexto do trabalho como profundidade da camada de solo e textura entre outras (Figura 16), cujas correlações com as características geotécnicas podem ser obtidas segundo a proposição de Mendonça-Santos et. al., (2009). O objetivo dessa correlação é fornecer alternativas de inserção de dados nas análises onde os dados são escassos e dessa forma, melhorar a qualidade do produto final.

A seguir é apresentada a descrição dos tipos de solo contendo o tipo pedológico e sua correlação com as características geotécnicas baseadas nas classificações do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da EMBRAPA (1999) e no trabalho de (Mendonça-Santos et al., 2009) (Quadro 6).

Latossolos

Os latossolos caracterizam-se por serem minerais, homogêneos cujos horizontes apresentam pouca diferenciação. São profundos bem drenados com a presença de argilas de pouca atividade desenvolvendo-se em relevos que variam de suave ondulado a forte ondulado. Em terrenos mais ondulados estão associados aos cambissolos sendo formados a partir de depósitos coluvionares cujo substrato são formados por rochas metamórficas e ígneas. Em relevos mais acidentados estes solos denotam baixa aptidão à ocupação urbana.

Cambissolos

Os Cambissolos Háplicos são solos minerais que apresentam grande variação nas suas características, mas que sempre possuem textura média ou fina e pouco desenvolvimento pedogenético. São pouco profundos com muita presença de minerais primários herdados da rocha assim como fragmentos de rocha sendo desenvolvido em relevos mais íngremes e dissecado típico do Planalto Atlântico. Podem indicar a presença de solos transportados (colúvio e tálus) indicando potencial de movimento gravitacional de massa. Sendo assim, dependendo do relevo e condições climáticas apresentam restrições quanto a ocupação urbana.

Gleissolos

Os gleissolos são solos minerais saturados em água de caráter hidromórfico de natureza transportada depositados principalmente em planícies e várzeas inundáveis. Apresentam geralmente nível d'água subterrânea quase aflorante e texturas que variam de arenosa a argilosa. Por estarem presentes em baixadas e estarem saturados em água, as áreas com esses tipos de solos apresentam baixa aptidão à ocupação pelo risco de processos hidrológicos de inundação. Os Gleissolos Sálícos refere-se à presença de sais solúveis em sua composição enquanto o caráter háplico indica a não presença de sais ou outros elementos químicos discrepantes.

Neossolos

Compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos.

As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos.

Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distrófios e alícos. Os teores de fósforo são baixos em condições naturais.

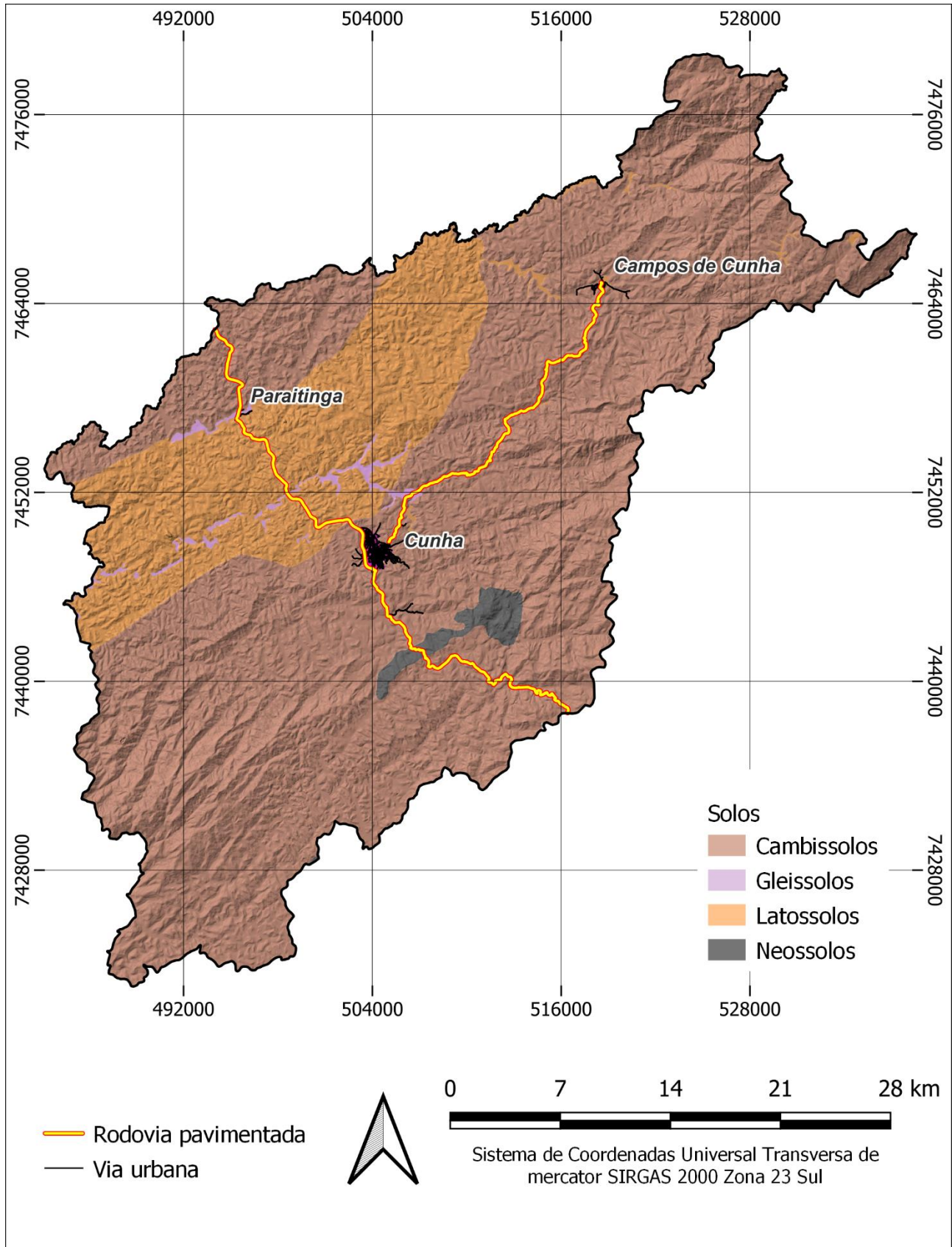
São normalmente indicados para preservação da flora e fauna, mas em algumas regiões, verifica-se que estes solos são utilizados, como nos estados de São Paulo e Minas Gerais, para produção de café e milho; com milho, feijão e soja em Santa Catarina e com viticultura e pastagem no Estado do Rio Grande do Sul.

Quadro 6 – Associação dos Tipos de Solo e sua Possível Caracterização Geotécnica.

Tipos de Solo (SiBCS)	Caracterização Pedológica (SiBCS)	Caracterização Geotécnica
Latosolos	Solos profundos. Mais de 2 metros de espessura. Horizonte B latossolico (Bw), Textura muito argilosa ou argilosa ou media dependendo do material de origem (basaltos, gnaisses, rochas alcalinas, sedimentos e arenitos). Argila floculada (100%). Relacao silte / argila < 0,7. Fração argila caulinitica e/ou oxidica, com presença de oxi-hidroxicos de ferro e alumínio.	SOLO não saturado O Horizonte B pode ser residual, transportado ou coluvial. Baixa saturação por bases e atividade da argila baixa. Fração argila caulinitica ou oxidica ou mistura de ambos. Solos de boa drenabilidade. Indicativos de áreas de empréstimo paramateriais argilosos.
Cambissolos	Desenvolvidos de rochas cristalinas e/ou depósitos de encostas. B incipiente (Bi), fragmentos de rochas na matriz argilosa. Ricos em minerais primários facilmente intemperizaveis Relação silte/argila > 0,7.	PODE INDICAR COLUVIOS OU TALUS Neste caso e indicativo de áreas potenciais de movimentos de massas.
Gleissolos	Húmico ou não. Horizonte Glei de textura media a argilosa Desenvolvidos de sedimentos argilosos ou siltoargilosos. Salinos, tiomorficos e húmicos salino – desenvolvidos com influencia marinha. Indicativo de hidromorfismo.	SOLO TRANSPORTADO saturado Desenvolvido de sedimentos argilosos ou siltoargilosos. Sujeitos a deformações. Lençol freático a pouca profundidade.
Neossolos	Solos poucos evoluídos. Sequencia de horizontes A-R , A-C ou A-Cr. Ocupam varias fases de relevo. Neossolos Litolicos - sequencia de horizontes A-R, A-C ou A-Cr Relevo montanhoso/forte ondulado. Neossolos Fluvicos - sequencia de Horizontes A-C, relevo plano derivados de sedimentos areno-argilosos ou argilosos. Neossolos Regoliticos - sequencia de horizontes A-C ou A-Cr, minerais alteraveis > que 4%. Neossolos quartzarenicos - sequencia de horizontes A-C, relevo plano desenvolvidos de sedimentos arenosos.	SOLOS RESIDUAIS (Litolicos e Regoliticos) sobre substratos de rochas cristalinas. Podem ocorrer em relevos movimentados Indicativo de afloramento de rochas. Ou SOLOS TRANSPORTADOS (Fluvicos e Quartzarenicos), em relevos planos, desenvolvidos de sedimentos argilosos, argiloarenosos e arenosos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Santos (2010).

Figura 16 – Mapa Pedológico do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Rossi (2017).

6.3.5. Suscetibilidade a Deslizamento e Inundação

Segundo Sobreira e Souza (2015), a suscetibilidade pode ser entendida como a potencialidade de processos geológicos e hidrológicos alterarem o meio físico afetando ou não as atividades humanas. Como exemplo de processos pode ser citado os movimentos gravitacionais de massa, corridas de detritos, subsidências, colapsos, erosões, inundações, enchentes, alagamentos e etc. Dessa forma, pode-se dizer que a suscetibilidade está diretamente ligada à predisponência natural do meio físico, ou seja, segundo Bitar et al., (2014), uma área com alta suscetibilidade à escorregamento de encosta está inserida em terrenos com alta declividade, tornando esse atributo um fator predisponente.

Vale ressaltar que mais de um tipo de processo pode ocorrer em uma determinada área e que as atividades antrópicas podem influenciar na deflagração dos eventos. Sendo assim, as cartas de suscetibilidades hoje elaboradas apresentam mais de um tipo de processo e informações a respeito do comportamento destes frente aos diferentes tipos de uso e ocupação. Portanto as cartas de suscetibilidade apresentam caráter abrangente contemplando toda a área do município tanto a urbanizada quanto a rural ou a inabitada sendo a área representada na escala 1:25.000 o que lhe confere a característica regional com dados mais qualitativos.

Diniz et al., (2013) denomina esse tipo de produto como Carta Geotécnica para o Planejamento Municipal servindo para os gestores de cada município como um subsídio para a criação de novos parcelamentos do solo de acordo com o que consta no artigo 22 segundo parágrafo inciso I da Lei 12.608/2012.

O objetivo geral da carta de suscetibilidade segundo Bitar (2014) é o de estabelecer bases tecnológicas que permitam o desenvolvimento constante de produção de cartas de suscetibilidade a processos do meio físico passíveis de gerar desastres naturais a fim de instrumentalizar as prefeituras municipais em suas ações de planejamento territorial. Para isso diversos objetivos específicos devem ser atingidos como:

- Produção de cartas a partir de bases cartográficas similares desenvolvidas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitindo a integração dos dados obtidos em uma única base de dados gerando dessa forma as cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e a processos hidrológicos para os municípios inseridos no cadastro nacional voltados tanto para as áreas habitadas quanto para as áreas sem ocupação urbana;

- Unificar os resultados num único documento cartográfico para cada município, contendo o zoneamento das suscetibilidades e outras informações pertinentes e a descrição de cada zona mapeada em linguagem acessível;
- Ressaltar as zonas suscetíveis inseridas nas áreas urbanizadas e/ou edificadas nas quais representam as regiões com maior população passível de serem atingidas pelos desastres desencadeados pelos processos abordados;
- Estabelecer uma forma de indicar a magnitude estimada dos processos em relação aos moradores residentes nessas áreas e facilitar a comunicação entre os tomadores de decisão e os moradores envolvidos no que se refere às ações de priorização de medidas corretivas e preventivas; e
- Disponibilizar as cartas em formato digital para as prefeituras municipais para que estes sejam utilizados como ferramentas no planejamento do território, na atualização de planos diretores e como subsídio para a elaboração das cartas geotécnicas de aptidão à urbanização e às cartas de risco.

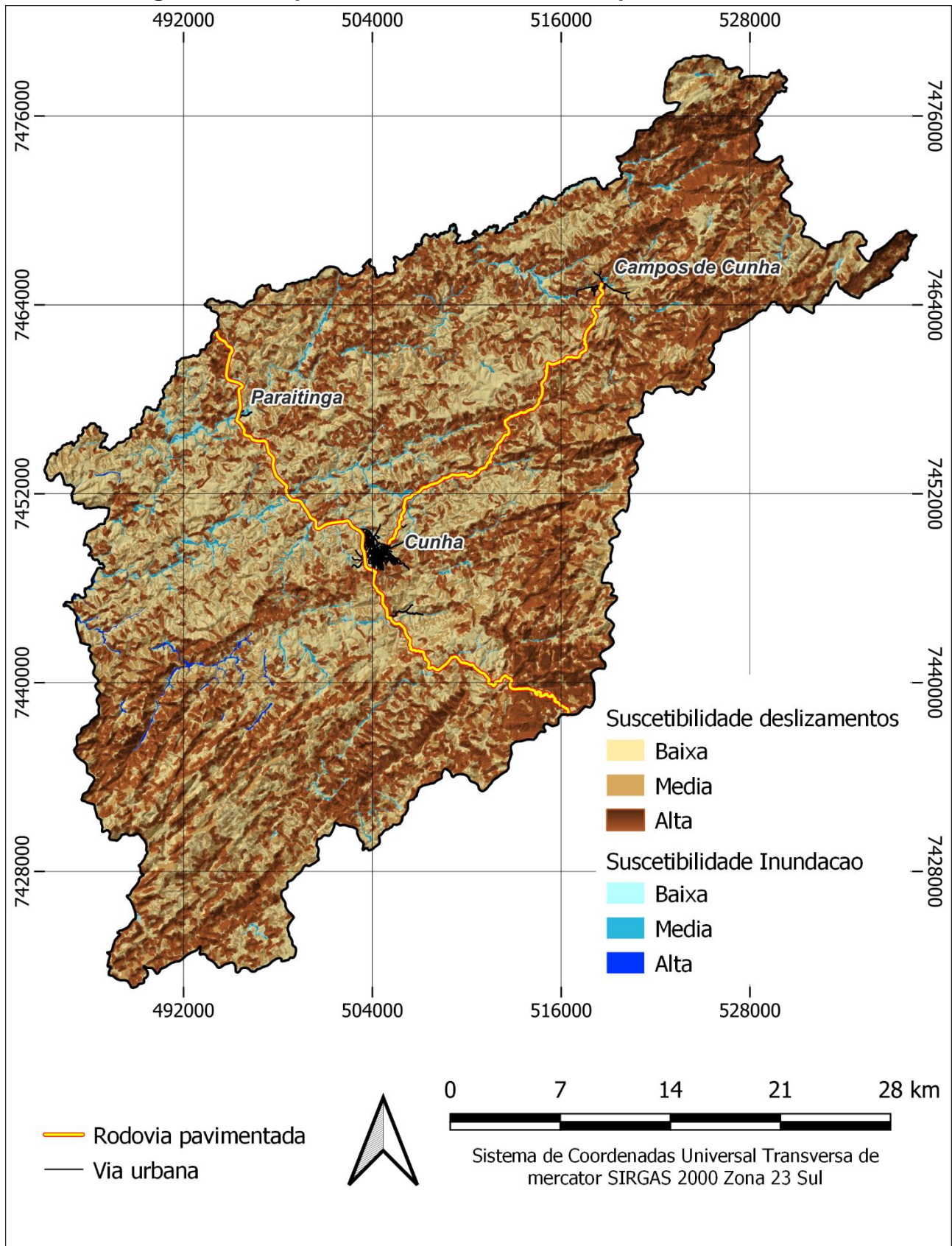
O Município de Cunha já possui a carta de suscetibilidade desenvolvida pela CPRM em parceria com Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Para esta etapa do presente trabalho foram utilizados os dados dessa da referida carta. Sendo assim, o produto aqui apresentado pela Figura 17 apresenta três classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais e três classes de suscetibilidade a processos hidrológicos sendo eles designados como baixa média e alta suscetibilidade.

No território municipal de Cunha, nota-se que as regiões com maior suscetibilidade estão localizadas nas áreas de serras e escarpas nas porções mais ao norte e nordeste e ao sul do município.

Já na zona urbana (Figura 18), a maioria da ocupação encontra-se em áreas de média suscetibilidade, porém o grau de consolidação das ocupações cooperam para uma maior estabilidade das encostas.

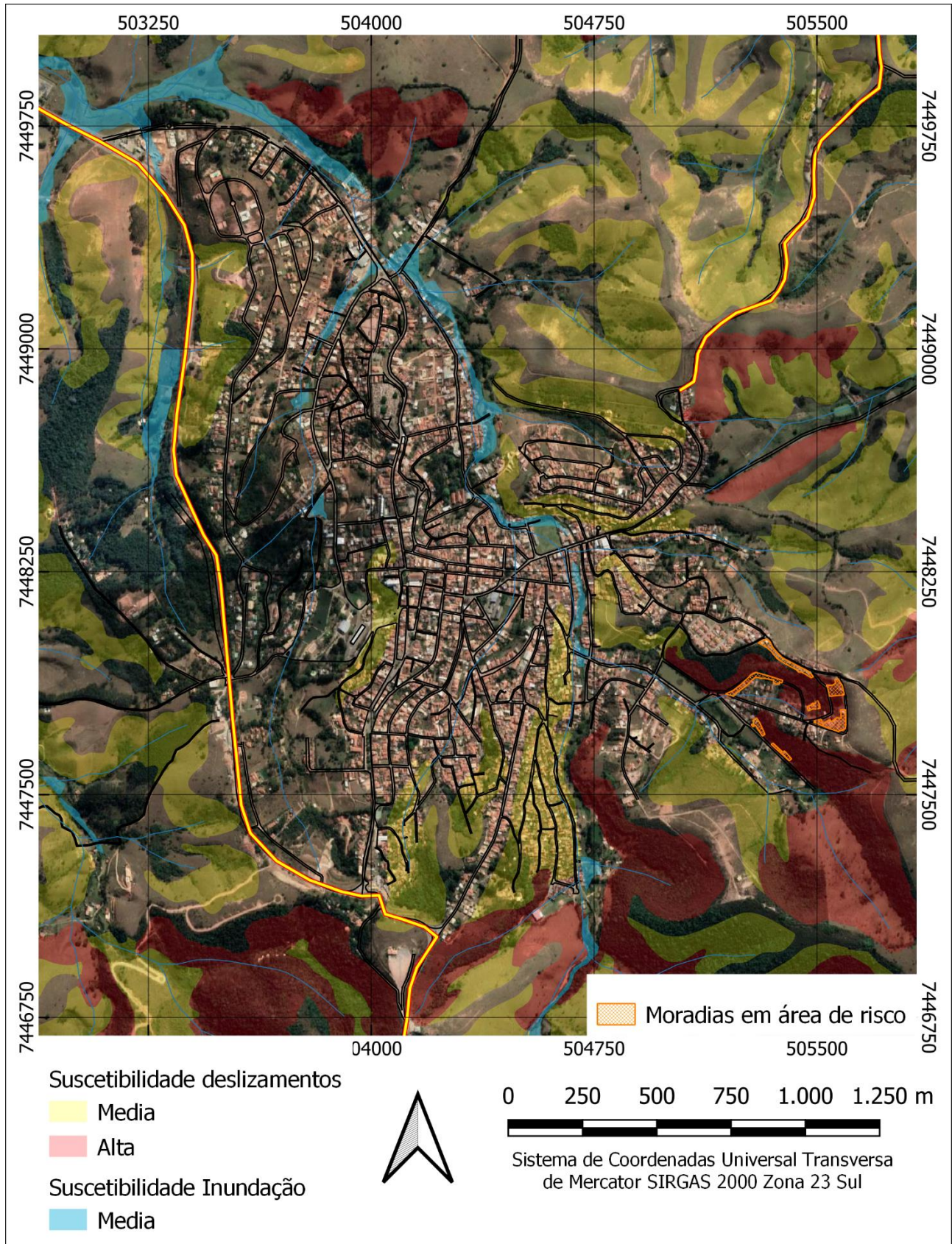
A partir dos dados utilizados, também é possível notar uma pequena parte do município em zona de alta suscetibilidade localizada nas divisas dos Bairros Estrada Velha e Parque Nova Cunha. Há cerca de 12 moradias na cabeceira de um pequeno curso d'água e cerca de 15 moradias ao longo da Rua João Roberto de Toledo.

Figura 17 – Mapa Suscetibilidade do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de IPT (2015).

Figura 18 – Mapa Suscetibilidade da área urbana do Município de Cunha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de IPT (2015).

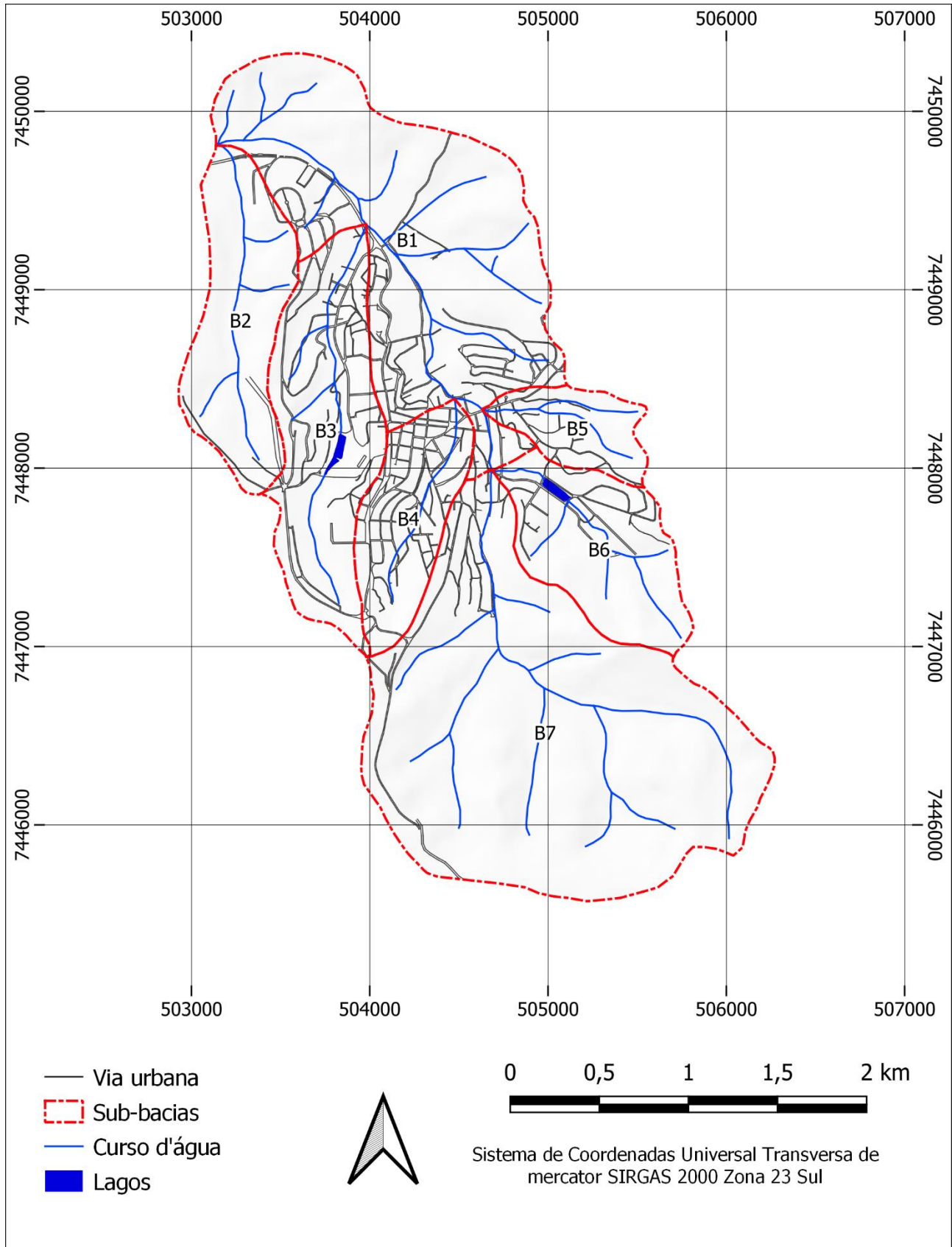
7. CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A caracterização morfométrica de uma bacia é um passo vital para o seu estudo. Fatores como a densidade de drenagem e índice de forma podem indicar a suscetibilidade natural de uma bacia, à ocorrência de inundações.

Desta maneira, foram elencados diversos parâmetros que traduzem essas características. Uma vez estudados, esses parâmetros auxiliarão na determinação do Coeficiente de *Run-Off* (C) a ser adotado em novos empreendimentos, visando a mitigação de impactos nas bacias, decorrentes de sua implantação.

Para o presente estudo a área urbana foi dividida em sete sub-bacias hidrográficas (Figura 19).

Figura 19 – Mapa de Sub-bacias da Área Urbana de Cunha.



7.1. Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem (Dd) é a relação entre o comprimento total de rios da bacia (Cr) e sua respectiva área (A), conforme equação abaixo.

$$Dd = \frac{Cr}{A}$$

A unidade de medida desta equação é em km de rios por km².

De acordo com França (1968), densidade de drenagem pode ser classificada em quatro classes de interpretação, descritas no Quadro 7.

Quadro 7 – Valores e Interpretações dos Resultados para o Fator Forma (Dd).

Dd (valores)	Interpretação Ambiental	Interpretação Ambiental
< 1,5	Baixa	Microbacia hidrográfica com baixo escoamento superficial e maior infiltração.
1,50 – 2,50	Média	Microbacia hidrográfica com tendência mediana de escoamento superficial.
2,50 – 3,00	Alta	Microbacia hidrográfica com alta tendência ao escoamento superficial e enxurradas.
> 3,00	Super Alta	Microbacia hidrográfica com alta tendência ao escoamento superficial, enxurradas e erosão.

Fonte: Adaptado de França, 1968.

7.2. Densidade Hidrográfica

A densidade hidrográfica (Dh) é a relação existente entre o número de rios ou canais e a área da microbacia, sendo expressa pela equação:

$$Dh = \frac{N}{A}$$

Em que Dh é a densidade hidrográfica em (km²), N é o número total de rios e A é a área da microbacia hidrográfica (km²).

7.3. Extensão do Percurso Superficial

A extensão do percurso superficial (Eps), expressa em metros, representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente. O resultado

obtido também serve para caracterizar a textura topográfica calculada pela equação de Christofolletti (1969).

$$Eps = \left[\frac{1}{(2 \cdot Dd)} \right]$$

A densidade de drenagem é expressa em m/m².

Com baixa densidade de drenagem maior será a distância do percurso da água, indicando maior comprimento do caminho percorrido pelas águas pluviais antes de se estabilizarem ao longo de um canal, portanto, maior tempo de concentração da água da enxurrada, o que aumenta a tendência de conservação da microbacia. Com alta densidade de drenagem menor será o comprimento percorrido pelas águas pluviais até o canal, com isso menor tempo de concentração da água da enxurrada, diminuindo a tendência de conservação (MOREIRA e RODRIGUES, 2010).

7.4. Índice de Sinuosidade

O índice de Sinuosidade (Is) do segmento do canal principal relaciona o comprimento verdadeiro do canal na projeção ortogonal com a distância vetorial, comprimento em linha reta entre dois extremos do canal principal. O índice de sinuosidade foi calculado através da expressão:

$$Is = \left(\frac{Ccp}{dv} \right)$$

Onde:

Is = Índice de sinuosidade;

Ccp = Comprimento do canal principal (km);

Dv = Distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal (km).

Os valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores tortuosos indicam formas transicionais, regulares e irregulares (MOREIRA e RODRIGUES, 2010).

7.5. Fator de Forma

O fator de forma (F) da microbacia hidrográfica foi obtido através da equação sugerida pelo DAEE:

$$F = \frac{L}{2(A/\pi)^{1/2}}$$

Onde:

F = Fator de forma;

L = Comprimento do talvegue (km);

A = Área da bacia de contribuição (km²).

A interpretação dos resultados obtidos no fator forma pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 – Valores e Interpretações dos Resultados para o Fator Forma (F).

F (valores)	Interpretação Ambiental	Interpretação Ambiental
1,00 – 0,75	Redonda	Microbacia hidrográfica com alta tendência a enchentes.
0,75 – 0,50	Ovalada	Microbacia hidrográfica com tendência mediana a enchentes.
0,50 – 0,30	Longa	Microbacia hidrográfica com baixa tendência a enchentes.
< 0,30	Comprida	Microbacia hidrográfica com tendência a conservação.

Fonte: Adaptado de Villela & Matos (1975).

7.6. Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade (Kc) constitui a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de uma circunferência de área igual à da bacia. Uma bacia será mais susceptível à enchentes quando seu Kc for mais próximo da unidade. O Kc foi determinado segundo a equação abaixo:

$$Kc = 0,28 \cdot \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

Onde:

P = Perímetro da microbacia (km); e

A = Área da microbacia (km²).

O formato e a interpretação dos resultados podem ser interpretados através do Quadro 9.

Quadro 9 – Valores para Interpretação dos Resultados do Coeficiente de Compacidade (Kc).

Kc (valores)	Formato da Bacia Hidrográfica	Interpretação Ambiental
1,00 – 1,25	Redonda	Microbacia hidrográfica com alta tendência a enchentes.
1,25 – 1,50	Ovalada	Microbacia hidrográfica com tendência mediana a enchentes.
1,50 – 1,70	Longa	Microbacia hidrográfica com baixa tendência a enchentes.
> 1,70	Comprida	Microbacia hidrográfica com tendência a conservação.

Fonte: Adaptado de Villela & Matos (1975).

7.7. Coeficiente de Manutenção

O coeficiente de manutenção é um índice que visa calcular a área mínima que a bacia precisa dispor para a manutenção de um metro de canal fluvial, sendo seu resultado indicado em m²/m. Christofletti (1969) ressalta a importância de aplicar esse índice, tendo uma ligação com os canais de primeira ordem, que são os fornecedores da água que mantém o canal principal. Esse dado permite representar qual seria a área necessária para a manutenção de um metro de curso fluvial perene, possibilitando raciocinar sobre o balanço hidrodinâmico da área.

$$C_m = \left(\frac{1}{D_d} \right) \cdot 1000$$

Onde:

D_d = Densidade de drenagem (k/km²).

No Quadro 10 apresentamos os resultados para os parâmetros descritos

Quadro 10 – Caracterização Morfométrica das Microbacias.

Bacia hidrográfica	Área Total	Ext. do Talvegue	Dens. Drenagem	Extensão do Percurso Superficial	Índice de Sinuosidade	Fator de Forma	Índice de Compacidade	Coeficiente de Manutenção
	(km ²)	(km)	(km/km ²)					
B1	2,24	2,76	1,24	0,40	1,32	1,17	1,57	809,25
B2	0,81	1,84	2,27	0,22	1,02	0,47	1,40	439,80
B3	1,06	2,25	2,12	0,24	1,06	0,66	1,53	472,76
B4	0,57	1,26	2,23	0,22	1,06	0,27	1,28	448,42
B5	0,32	0,93	2,94	0,17	1,06	0,15	1,26	340,57
B6	0,74	1,52	2,05	0,24	1,08	0,37	1,19	487,28
B7	3,22	3,02	0,94	0,53	1,23	1,53	1,19	1067,32

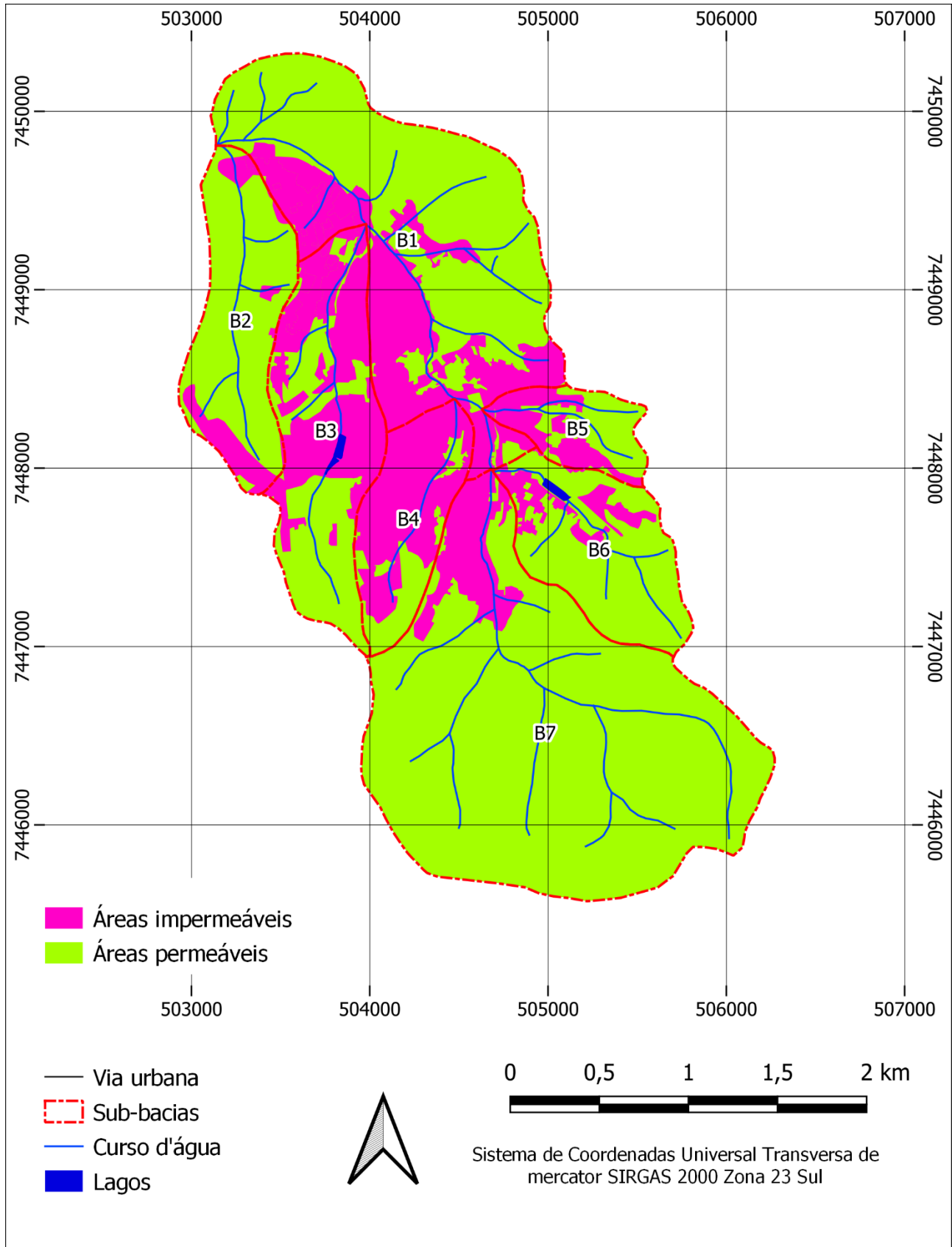
7.8. Áreas Permeáveis e Impermeáveis

Outro aspecto importante a ser considerado em estudos de drenagem é a quantidade de áreas impermeáveis e permeáveis das sub-bacias. Sendo assim, foi gerado o mapa e calculado as áreas permeáveis e impermeáveis para cada sub-bacia conforme é apresentado no Quadro 11 e a Figura 20 a seguir.

Quadro 11 – Áreas Permeáveis e Impermeáveis

Bacia hidrográfica	Área Total	Área permeável		Área Impermeável	
		Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)
B1	2,237	1,482	66,25%	0,755	33,75%
B2	0,811	0,697	85,94%	0,114	14,06%
B3	1,064	0,476	44,74%	0,588	55,26%
B4	0,565	0,135	23,89%	0,43	76,11%
B5	0,317	0,166	52,37%	0,151	47,63%
B6	0,743	0,632	85,06%	0,111	14,94%
B7	3,22	2,975	92,39%	0,245	7,61%

Figura 20 – Mapa de áreas Permeáveis e Impermeáveis da Área Urbana do Município de Cunha - SP.



8. SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE

A gestão e operação do sistema de drenagem urbana de Cunha são realizadas pela Administração Municipal.

Conforme o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (2011), o acentuado desenvolvimento da área urbana, dos últimos anos, tem aumentado a impermeabilização do solo e ocupando as várzeas próximas aos córregos, resultando em problemas de alagamentos e inundações.

No diagnóstico do PMISB foi apontado deficiências do sistema de drenagem urbana, como o assoreamento no Parque Lavapés - Bairro Lavapés e enchentes prejudicam os bairros ribeirinhos com inundações como do Córrego da Bexiga sob a Avenida Doutor Daher Pedro (ao lado do Estádio Municipal) com ocorrência de transbordamentos. O Quadro 12 apresenta a síntese dos principais problemas e as Figura X... apresentam a localização de cada.

Quadro 12 – Síntese dos Principais Problemas de Drenagem Urbana Existentes

Código	Localização	Descrição do Problema
1	Avenida Dr. Daher Pedro (ao lado do Estádio Municipal Idmauro Telles de Siqueira) – Bairro Várzea Do Gouveia	A canalização do Córrego do Bexiga é insuficiente o que causa transbordamentos e refluxo no sistema de microdrenagem, com registro de lâminas d'água de 0,5 m nas ruas nas ocasiões de chuvas intensas.
2	Rua José Alfredo Macedo	A canalização do Córrego do Bexiga sob esta rua está insuficiente para veicular vazões decorrentes de chuvas intensas; assim, tem-se o transbordamento das águas e refluxo no sistema de microdrenagem das ruas próximas.
3	Travessia do Córrego Luiz da Silva sob a Avenida Augusto Galvão de França	A travessia existente não é suficiente para veicular vazões de cheia do Córrego Luiz da Silva. Assim, nessas ocasiões associadas a chuvas intensas ocorre o afogamento da travessia e o transbordamento das águas que atingem as ruas e imóveis próximos.
4	Travessia de córrego sob a Avenida Plínio Pereira Coelho	Travessia insuficiente para vazões decorrentes de chuvas intensas; ocorrência de danos estruturais na rua e imóveis lindeiros devido à força do escoamento.
5	Travessia insuficiente do Córrego Luiz da Silva sob a Rua José das Graças	Travessia insuficiente do Córrego Luiz da Silva sob a Rua José das Graças próxima ao seu cruzamento com a Avenida Plínio Pereira Coelho. A aduela existente sofreu danos estruturais por conta da força do escoamento quando de chuvas intensas.

Fonte: Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Cunha SP (2011).

Figura 21 – Localização do Problema Código 1



Fonte: Google Earth, 2022

Figura 22 – Localização do Problema Código 2



Fonte: Google Earth, 2022

que é um valor muito bom, assim como a Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação (1,1 %), mas a Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana é muito baixa 2,5 %.

Quadro 13 – Planilha de Indicadores para o Município de Cunha-SP (Diagnóstico dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais 2020)

MUNICÍPIO	Código IBGE				3513603
	Nome				Cunha
	UF				SP
	Região				Sudeste
	Capital				Não
	Crítico				Não
	Faixa populacional				1 - De 1 até 30.000 hab.
GERAIS	Parcela de área urbana em relação à área total	$(GE002 / GE001) * 100$	%	IN042	1,07
	Densidade Demográfica na Área Urbana	$GE006 / (GE002 * 100)$	pes/ha	IN043	8
	Densidade de Domicílios na Área Urbana	$GE008 / (GE002 * 100)$	dom/ha	IN044	3
ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS	Participação do Pessoal Próprio Sobre o Total de Pessoal Alocado nos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	$(AD001 / AD003) * 100$	%	IN001	
	Taxa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	FN005 / GE007	R\$/imóveis ano	IN005	
	Receita Operacional Média do Serviço por Imóveis Tributados	FN005 / CB003	R\$/imóveis tributados ano	IN006	
	Despesa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	FN016 / GE007	R\$/imóveis ano	IN009	0,00
	Participação da Despesa Total dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas na Despesa Total do Município	$(FN016 / FN012) * 100$	%	IN010	0,0
	Despesa per capita com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	FN016 / GE006	FN016 / GE006	IN048	0,00
	Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	FN022 / GE006	R\$/habitante ano	IN049	0,00
	Desembolso de investimentos per capita	FN023 / GE006	R\$/habitante ano	IN053	0,00

	Investimentos totais desembolsados em relação aos investimentos totais contratados	FN023 / FN022	%	IN054	
	Diferença relativa entre despesas e receitas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais urbanas	((FN009 - FN016) / FN009) * 100	%	IN050	
INFRAESTRUTURA	Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	(IE019 / IE017) * 100	%	IN020	88,2
	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	(IE024 / IE017) * 100	%	IN021	2,5
	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares	(IE044 / IE032) * 100	%	IN025	3,4
	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta	(IE034 / IE032) * 100	%	IN026	4,7
	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	(IE035 / IE032) * 100	%	IN027	9,9
	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Diques	(IE033 / IE032) * 100	%	IN029	0,0
	Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana	\sum IE058 / GE002	m ³ /km ²	IN035	1.856,00
	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	(IE021 + IE022) / GE002	un/km ²	IN051	68
GESTÃO DE RISCOS	Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	(RI013 / GE008) * 100	%	IN040	1,1
	Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	((RI029 + RI067) / GE006) * 100	%	IN041	0,0
	Índice de Óbitos	((RI031 + RI068) * $\lceil 10 \rceil^{\wedge} 5$) / GE006	obi. / $\lceil 10 \rceil^{\wedge} 5$ hab	IN046	0
	Habitantes Realocados em Decorrência de Eventos Hidrológicos	((RI043 + RI044) / GE005) * $\lceil 10 \rceil^{\wedge} 5$	pes. / $\lceil 10 \rceil^{\wedge} 5$ hab	IN047	

Fonte: SNIS, 2020

Além disso, existem diversas informações relevantes que foram documentadas pelo SNIS 2020, conforme exposto no Quadro 14. Destaca-se que o sistema de drenagem não tem entidade reguladora, nem cobrança pelos serviços, cadastro do sistema, investimentos específicos para drenagem ou projetos e obras em andamento. A extensão de vias públicas em áreas urbanas tem total de 51,00 km, mas apenas 1,30 km de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos.

Quadro 14 – Informações do SNIS 2020 Referentes a Águas Pluviais em Cunha-SP

GESTÃO DOS SERVIÇOS	Secretaria ou Setor responsável	Nome	-	CP001	Secretaria de Planejamento e Obras	
		Natureza jurídica	-	PA002	Administração pública direta	
REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS	Órgão ou entidade responsável	Nome	-	OE010		
		Sigla	-	OE012		
GERAIS	Informações geográficas, demográficas e urbanísticas	Área territorial total	km ²	GE001	1.407,25	
		Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas	km ²	GE002	15,00	
		População total residente	habitante	GE005	21.459	
		População urbana residente	habitante	GE006	11.941	
		Quantidade total de imóveis existentes na área urbana	unidade	GE007	5.799	
		Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município	domicílio	GE008	4.421	
		Crítico	-	GE016	Não	
		Região Hidrográfica em que se encontra o município	-	GE010	Atlântico Sudeste	
		Participa de Comitê de Bacia ou de Sub-bacia Hidrográfica organizado?	sim / não	GE012	Sim	
ECONÔMICO-FINANCEIRAS E ADMINISTRATIVAS	Cobrança pelos serviços	Existe alguma forma de cobrança pelos serviços de DMAPU?	sim / não	CB001	Não	
		Qual é a forma de cobrança adotada?	-	CB002	-	
		Quantidade total de imóveis urbanos tributados pelos serviços de DMAPU	Imóvel	CB003	-	
		Valor cobrado pelos serviços de DMAPU por imóvel urbano	R\$/imóvel/mês	CB004	-	
	Pessoal alocado nos serviços de DMAPU	Quantidade de pessoal próprio alocado	pessoa	AD001	0	
		Quantidade de pessoal terceirizado alocado	pessoa	AD002	0	
		Quantidade total de pessoal alocado	pessoa	AD003	0	
	Receitas	Receita total do município	R\$/ano	FN003	70.167.742,31	
		Receitas com os serviços de DMAPU	Fontes de recursos para custeio dos serviços de DMAPU	-	FN004	Recursos do orçamento geral do município
			Receita operacional total	R\$/ano	FN005	-
			Receita não operacional total	R\$/ano	FN008	0,00
			Receita total	R\$/ano	FN009	0,00
	Despesas	Despesa total do município	R\$/ano	FN012	65.225.591,41	
		Despesas com os serviços de DMAPU	Despesas de exploração (DEX) diretas ou de custeio totais	R\$/ano	FN013	0,00
			Despesa total com serviço da dívida	R\$/ano	FN015	0,00
			Despesa total	R\$/ano	FN016	0,00

	Investimentos com os serviços de DMAPU	Investimentos com recursos próprios	R\$/ano	FN024	0,00	
		Investimentos com recursos onerosos	R\$/ano	FN018	0,00	
		Investimentos com recursos não onerosos	R\$/ano	FN020	0,00	
		Investimento total	R\$/ano	FN022	0,00	
		Desembolsos de investimentos com recursos próprios	R\$/ano	FN017	0,00	
		Desembolsos de investimentos com recursos onerosos	R\$/ano	FN019	0,00	
		Desembolsos de investimentos com recursos não onerosos	R\$/ano	FN021	0,00	
		Desembolso total de investimentos	R\$/ano	FN023	0,00	
INFRAESTRUTURA	Bases técnicas para o planejamento e operação	Existe plano diretor de DMAPU no município?	sim / não	IE001	Não	
		Existe cadastro técnico de obras lineares no município?	sim / não	IE012	Não	
		Existe projeto básico, executivo ou "as built" de unidades operacionais de DMAPU?	sim / não	IE013	Não	
		Existem obras ou projetos em andamento, no ano de referência, para o sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?	sim / não	IE014		
	Caracterização do sistema de DMAPU	Sistema de drenagem urbana	Tipo de sistema de drenagem urbana	-	IE016	Exclusivo (quando 100% do sistema de drenagem é destinado exclusivamente às águas pluviais)
			Proporção do sistema exclusivo em relação ao total	%	IE069	-
			Proporção do sistema unitário em relação ao total	%	IE070	-
		Extensão de vias públicas em áreas urbanas	Total existente	km	IE017	51,00
			Total implantado no ano de referência	km	IE018	0,90
			Total com pavimento e meio-fio (ou semelhante)	km	IE019	45,00
			Total com pavimento e meio-fio (ou semelhante) implantado no ano de referência	km	IE020	
			Quantidade de bocas de lobo existentes	unidade	IE021	1.020,00

	Captações de águas pluviais em áreas urbanas	Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	unidade	IE022	0,00	
		Quantidade de poços de visita (PV) existentes	unidade	IE023	610,00	
	Rede de águas pluviais integrada ao sistema viário em áreas urbanas	Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos	km	IE024	1,30	
		Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos implantadas no ano de referência	Km	IE025	0,00	
		Existem vias públicas com canais artificiais abertos?	sim / não	IE026	Não	
		Existem vias públicas com soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração)?	sim / não	IE027	Não	
		Total de vias públicas com soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração)	Km	IE028	-	
		Existem estações elevatórias de águas pluviais na rede de drenagem?	sim / não	IE029	Não	
		Condições dos cursos de água perenes em áreas urbanas	Existem cursos d'água naturais perenes?	sim / não	IE031	Sim
			Total dos cursos d'água naturais perenes	Km	IE032	13,11
	Total dos cursos d'água naturais perenes com diques		Km	IE033	0,00	
	Total dos cursos d'água naturais perenes canalizados abertos		Km	IE034	0,61	
	Total dos cursos d'água naturais perenes canalizados fechados		Km	IE035	1,30	
	Total dos cursos d'água naturais perenes com retificação		Km	IE036	0,00	

			Total dos cursos d'água naturais perenes com desenrocamento ou rebaixamento do leito	Km	IE037	0,00
			Total dos cursos d'água naturais perenes com outro tipo de intervenção	Km	IE040	0,00
			Existe serviço de dragagem ou desassoreamento dos cursos d'água naturais perenes?	sim / não	IE041	Sim
		Parques lineares em áreas urbanas	Existem parques lineares?	sim / não	IE043	Sim
			Extensão total de parques lineares ao longo de cursos d'água naturais perenes	Km	IE044	0,44
		Tratamento / reservação em áreas urbanas	Existe algum tipo de tratamento das águas pluviais?	-	IE050	Não existe tratamento
Capacidade total de reservação	m ³		IE058	27.840,00		
OPERACIONAL E MANUTENÇÃO	No ano de referência, quais das seguintes intervenções ou manutenções foram realizadas no sistema de DMAPU ou nos cursos d'água da área urbana do município?	Não houve intervenção ou manutenção no sistema de drenagem ou nos cursos d'água	-	OP001		
		Manutenção ou recuperação de sarjetas	-		X	
		Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais	-			
		Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados	-			
		Limpeza de bocas de lobo e poços de visita	-			
		Dragagem ou desassoreamento de canais abertos	-			
		Manutenção preventiva de estações elevatórias	-			
		Manutenção corretiva de estações elevatórias	-			
		Dragagem, desassoreamento e/ou limpeza de lagos e reservatórios de retenção	-			
		Dragagem, desassoreamento e/ou limpeza de lagos e reservatórios de detenção	-			
		Manutenção e proteção de taludes dos reservatórios	-			
		Dragagem ou desassoreamento dos cursos d'água naturais	-		X	
		Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos	-			
		Outra (especificar)	-			
GESTÃO DE RISCO	Referente a gestão de riscos e resposta a desastres referentes a problemas com a DMAPU, quais das instituições existem no município	-	RI001	Coordenação Municipal da Defesa Civil (COMDEC)		

	Quais intervenções existem a montante das áreas urbanas, com potencial de colocar em risco ou provocar interferências no sistema de DMAPU?		-	RI002	Nenhuma intervenção ou situação
Monitoramento hidrológico	Instrumentos de controle e monitoramento em funcionamento durante o ano de referência		-	RI003	Pluviômetro
	Dados hidrológicos monitorados e metodologia de monitoramento		-	RI004	Quantidade de chuva por registro automático
Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações)?			sim / não	RI005	Não
Mapeamento de áreas de risco	Existe cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações?		sim / não	RI007	
	Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?		sim / não	RI009	Sim
	O mapeamento é parcial ou integral?		parcial / integral	RI010	Parcial
	Qual percentual da área total do município está mapeada?		%	RI011	De 1% a 25%
	Tempo de recorrência (ou período de retorno) adotado para o mapeamento		Anos	RI012	10
	Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação		domicílio	RI013	50
Ocorrência de enxurradas, alagamentos e inundações em áreas urbanas	Quantidade de enxurradas	Nos últimos cinco anos, registradas no S2ID	enxurrada	RI022	0
		No ano de referência, registradas no S2ID	enxurrada	RI023	0
		No ano de referência, não registradas no S2ID	enxurrada	RI064	0
	Quantidade de alagamentos	Nos últimos cinco anos, registrados no S2ID	alagamento	RI024	0
		No ano de referência, registrados no S2ID	alagamento	RI025	0
		No ano de referência, não registrados no S2ID	alagamento	RI065	0
	Quantidade de inundações	Nos últimos cinco anos, registradas no S2ID	inundação	RI026	0
		No ano de referência, registradas no S2ID	inundação	RI027	0
		No ano de referência, não registradas no S2ID	inundação	RI066	0
	Quantidade de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos		Ocorrências	RI069	0

População afetada em áreas urbanas no ano de referência	Quantidade de desabrigados ou desalojados decorrentes de eventos hidrológicos impactantes	Nos últimos cinco anos, registrados no S2ID	pessoa	RI028	0
		No ano de referência, registrados no S2ID	pessoa	RI029	0
		No ano de referência, não registrados no S2ID	pessoa	RI067	0
		Quantidade de desabrigados ou desalojados por eventos pluviométricos nos últimos 5 anos	pessoa	RI071	0
	Quantidade de óbitos decorrentes de eventos hidrológicos impactantes	Nos últimos cinco anos, registrados no S2ID	Óbito	RI030	0
		No ano de referência, registrados no S2ID	Óbito	RI031	0
		No ano de referência, não registrados no S2ID	Óbito	RI068	0
		Quantidade de óbitos por eventos pluviométricos nos últimos 5 anos	Óbito	RI070	0
	Alojamento ou reassentamento durante ou após eventos hidrológicos impactantes	Houve alojamento ou reassentamento de população residente?	sim / não	RI042	Não
		Quantidade de pessoas transferidas para habitações provisórias	pessoa	RI043	-
		Quantidade de pessoas realocadas para habitações permanentes	pessoa	RI044	-
		Houve atuação (federal, estadual ou municipal) para reassentamento da população e/ou para recuperação de imóveis urbanos?	sim / não	RI045	Sim
		Número de imóveis urbanos atingidos por eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência	Imóveis	RI032	

Fonte: SNIS, 2020

9. PLANOS, ESTUDOS E PROJETOS EXISTENTES E EM DESENVOLVIMENTO

9.1. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (UGRHI 2)

O Plano de Bacias representa um instrumento de gestão, previsto pelas legislações Estadual (Lei nº 7.663/91) e Federal (Lei nº 9.433/97). Tem como função promover o planejamento regional, estabelecendo-se metas e ações a serem alcançadas em curto, médio e longo prazo, com o intuito de se atingir os princípios e objetivos fundamentais das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, levando em conta as características regionais e locais.

No presente item, será analisado o Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (UGRHI 2), elaborado pela Regea. Esta unidade, pertence ao Estado de São Paulo, é composta pela bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e seus tributários, abrangendo total ou parcialmente, a área de 39 municípios, 34 deles com sede nesse recorte geográfico e cinco com sede na UGRHI 06 (Alto Tietê). Entre os municípios com sede na UGRHI 02, apenas Paraibuna possui parte de seu território na UGRHI 06.

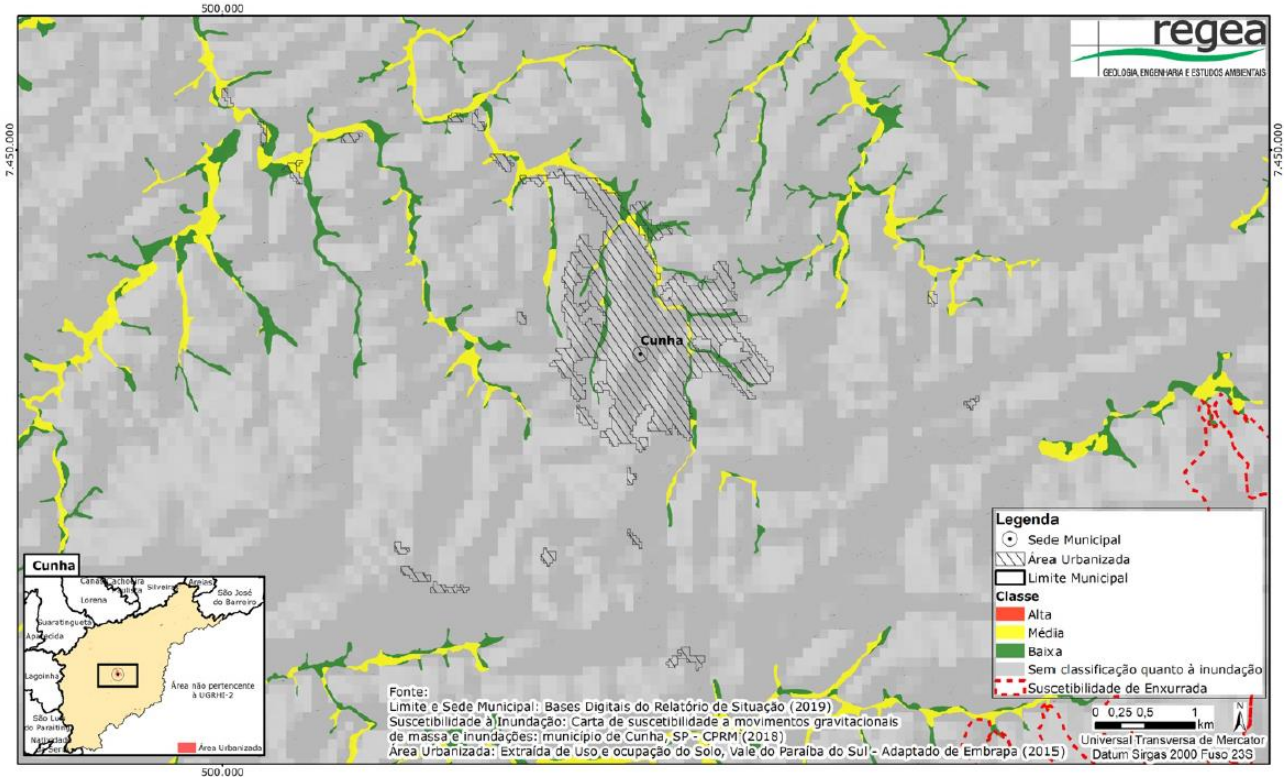
O documento em análise traz uma série de dados e informações referentes ao diagnóstico da bacia, bem como os prognósticos dos levantamentos realizados e com base nessas análises, apresentam os cenários propostos, os programas de investimento e a estratégia de viabilização da implantação destes.

Segundo Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI 02 - Paraíba do Sul (2020-2023), oito municípios não fornecem informações sobre a drenagem urbana são: Arapeí, Bananal, **Cunha**, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Roseira, São José do Barreiro e Silveiras, sendo as informações analisadas foram: taxa de cobertura de drenagem urbana subterrânea, ocorrência de enxurrada/alagamento/inundação em área urbana, parcela de domicílios em situação de risco de inundação, população urbana afetada por eventos hidrológicos, todos referentes a 2018.

O Plano de Bacias apresenta (2020-2023) a “Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de Cunha, SP”, na escala 1:75:000, elaborada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), em 2015, indica 14,90 % da área urbana do município de Cunha estão sujeitos à inundação, com as seguintes classes de suscetibilidade: 6,80 % Baixa; 7,40 % Média; e 0,70 % Alta.

A distribuição espacial dessas classes de suscetibilidade à inundação pode ser vista na (Figura 26).

Figura 26 – Cunha: Suscetibilidade à Ocorrência de Inundação em Área Urbana



Fonte: Plano de Bacias (2020-2023).

No âmbito do desenvolvimento do empreendimento, em andamento, 2020-PS COB-119, referente aos planos municipais de riscos, de acordo com informações dos órgãos de Defesa Civil, estadual e municipais, referentes à ocorrência de alagamento, enxurrada e inundação em municípios da UGRHI 02, em Cunha ocorreu uma inundação e nenhum alagamento ou enxurrada, conforme apurado no Plano de Bacias.

Além disso, no Plano de Bacias foi constatado através dos dados dos municípios estudados que não há uma relação direta entre a abrangência da área suscetível à inundação e os registros de ocorrência realizados pelas defesas civis.

Quanto ao plano de ações não há definições específicas para cada município, porém é definido o **PDC 7 - Drenagem e Eventos Hidrológicos Extremos** que contem duas ações: *Elaborar projetos e/ou obras de combate a alagamentos e inundações urbanas em municípios prioritários (com ≥ 10 ocorrências no período analisado - 2009 a 2018) e Elaborar plano de prevenção, atenção e alerta a eventos extremos, a partir da rede telemétrica do SIGA, para os municípios com ≥ 10 ocorrências no período analisado -*

2009 a 2018. Ambas as ações foram consideradas de baixa prioridade e com prazo de execução estipulado para 2028-2031.

9.2. Plano Diretor

O Plano Diretor tem a função de estabelecer metas e diretrizes da política urbana, com o objetivo de garantir as condições de vida dos habitantes, por meio de instrumentos de ordenamento territorial, aplicação do parcelamento do solo e critérios para sua utilização (Brasil, 2001).

No Plano Diretor, portanto, encontra-se a delimitação do perímetro urbano, áreas de expansão, parâmetros e coeficientes para sua utilização, o que impacta diretamente no sistema de drenagem de águas pluviais.

O Plano Diretor de Cunha (2006) não apresenta objetivos gerais específicos para a área de drenagem, porém um deles é muito relacionado com a drenagem pois diz: “A preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, especialmente mediante o uso racional e a recuperação da vegetação junto às nascentes, nos topos de morros, áreas de reserva legal e das matas ciliares.” Além disso, dentre as diretrizes podemos destacar para a drenagem:

II Implementar o sistema de informações geo-referenciadas - SIG, garantindo o processo permanente de planejamento e gestão urbana;

III Manter atualizado o mapeamento do uso do solo do Município com a identificação e delimitação das áreas ambientalmente frágeis e daquelas dotadas de potencial de exploração agrícola para desencadear e manter o processo permanente de planejamento ambiental;

X Elaborar as leis que se referem ao uso e ocupação do solo para sua melhor adequação à cidade com base nesta Lei;

Outro ponto relacionado com a drenagem apontado no Plano Diretor é a ação estratégica para os recursos hídricos (IV): *apoiar programas de reuso e armazenamento de águas pluviais em edificações ou empreendimentos de grande consumo.*

Especificamente para a drenagem urbana, o Plano Diretor traz a **Seção II da Drenagem Urbana do Capítulo II da Infraestrutura e Serviços de Utilidade Pública** as seguintes questões:

Objetivos do sistema de drenagem urbana

- I. Equacionar a drenagem e a absorção de águas pluviais combinando elementos naturais e construídos;
- II. Garantir o equilíbrio entre absorção, retenção e escoamento de águas pluviais;
- III. Minimizar o processo de impermeabilização do solo;
- IV. Conscientizar a população quanto a importância do escoamento das águas pluviais

Diretrizes para o sistema de drenagem urbana:

- I. A implementação da fiscalização do uso do solo nas faixas sanitárias, várzeas e fundos de vale;
- II. A definição de mecanismos de fomento para usos do solo compatíveis com áreas de interesse para drenagem, tais como parques lineares, área de recreação e lazer, hortas comunitárias e manutenção da vegetação nativa;
- III. O desenvolvimento de projetos de drenagem que considerem, entre outros aspectos, a mobilidade de pedestres e portadores de deficiência física, a paisagem urbana e o uso para atividade de lazer;
- IV. A implantação de medidas não-estruturais de prevenção a inundações, tais como: controle de erosão, especialmente movimento de terra, controle de transporte e deposição de entulho e lixo, combate ao desmatamento, assentamentos clandestinos e a outros tipos de invasões nas áreas de interesse para drenagem

Ações estratégicas para o Sistema de Drenagem Urbana:

- I. Preservar e recuperar as áreas com interesse para drenagem, principalmente várzeas, faixas sanitárias e fundos de vale;
- II. Promover campanhas de esclarecimento público e a participação das comunidades no planejamento, implantação e operação das ações contra inundações;
- III. Estimular a adoção de pisos drenantes nos programas de pavimentação de vias locais e passeios de pedestres.

Considera-se que o Plano Diretor apresenta importantes objetivos, diretrizes e ações, mas é deficitário por não apresentar descrição de critérios, parâmetros, restrições de uso e instrumentos que assegurem o adequado manejo das águas pluviais e também por necessitar uma revisão por conta de ser um documento de aproximadamente 16 anos.

9.3. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

O presente Plano Integrado de Saneamento Básico do Município de Cunha foi elaborado em 2011 em atendimento à Lei Federal Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 pela Consorcio Plansan 123.

Para o Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas foi elaborado um diagnóstico, objetivos e metas, ações objetivas, planejamento (programas, planos e outras ações necessárias e proposições específicas com estimativa de custos), indicadores para avaliação sistemática e ações de contingência e emergência.

No diagnóstico conclui-se que foi possível constatar:

- diversos problemas relacionados à drenagem urbana, tais como, a ocupação ilegal de margens de córregos, canalizações e travessias sub-dimensionadas, assoreamento em virtude de áreas com solo exposto, entre outros.
- relevo acidentado onde se concentra a área urbana do município e da inexistência de registros de problemas, considera-se que o sistema de microdrenagem urbana atende satisfatoriamente as demandas atuais.
- o município requer uma revisão de seus equipamentos de macrodrenagem com a implantação de estruturas compatíveis ao regime de cheias dos corpos d'água e/ou a remoção da população situada em áreas de risco de inundações, além de diretrizes para nortear o processo de uso ocupação do solo de suas subbacias urbanas e a implementação de medidas referentes à gestão e manejo do sistema.

No documento não realizou estudo com projeção de demandas do sistema de drenagem urbana, nem formulou objetivos específicos. Além disso, há apenas uma meta para o sistema, sendo ela que o Índice de Micro e Macrodrenagem apresente valor de 100 % no ano de 2040. Exposto isso, pode-se considerar considerado que essas são deficiências do documento.

Foram apontadas ações objetivas para o sistema de drenagem urbana, conforme Quadro 15.

Quadro 15 – Resumo das Ações para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

CUNHA					
Tipo da Intervenção	Implantação	Localidade	Intervenções Planejadas	Investimentos (R\$)	Metas
					Índice de Micro e Macro drenagem
Emergencial	Até 2010	-	-	-	indeterminado
Curto Prazo	De 2011 a 2014	Sede	Cadastro de Estruturas	655973,685	evolução gradual
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Plínio Pereira Coelho para vazão de referência de 7,5 m³/s (Afluente do Luiz da Silva)	187.500,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Rua José das Graças (próxima ao seu cruzamento com a Av. Plínio Pereira Coelho) para vazão de referência de 26 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	225.000,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Augusto Galvão de França para vazão de referência de 39 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	525.000,00	
			Estudo para adequação do Córrego do Bexiga no trecho da Rua José Alfredo Macedo (canalizado por tubulação), passando pela canalização sob a Rua Daher Pedro (ao lado do estádio de futebol), até seu desobstrução no Córrego Luiz da Silva	112.500,00	
Médio Prazo	De 2015 a 2018	Sede	Cadastro de Estruturas	131194,737	evolução gradual
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Plínio Pereira Coelho para vazão de referência de 7,5 m³/s (Afluente do Luiz da Silva)	37.500,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Rua José das Graças (próxima ao seu cruzamento com a Av. Plínio Pereira Coelho) para vazão de referência de 26 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	45.000,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Augusto Galvão de França para vazão de referência de 39 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	105.000,00	
			Estudo para adequação do Córrego do Bexiga no trecho da Rua José Alfredo Macedo (canalizado por tubulação), passando pela canalização sob a Rua Daher Pedro (ao lado do estádio de futebol), até seu desobstrução no Córrego Luiz da Silva	22.500,00	
Longo Prazo	De 2019 a 2040	Sede	Cadastro de Estruturas	87483,158	100%
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Plínio Pereira Coelho para vazão de referência de 7,5 m³/s (Afluente do Luiz da Silva)	25.000,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Rua José das Graças (próxima ao seu cruzamento com a Av. Plínio Pereira Coelho) para vazão de referência de 26 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	30.000,00	
			Adequação da travessia, em termos de capacidade de escoamento, sob a Avenida Augusto Galvão de França para vazão de referência de 39 m³/s (Córrego Luiz da Silva)	70.000,00	
			Estudo para adequação do Córrego do Bexiga no trecho da Rua José Alfredo Macedo (canalizado por tubulação), passando pela canalização sob a Rua Daher Pedro (ao lado do estádio de futebol), até seu desobstrução no Córrego Luiz da Silva	15.000,00	
Total				2.274.631,58	

Fonte: Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Cunha SP (2011).

No planejamento do sistema foram propostos programas muito importantes e relevantes:

- Programa de Dessassoreamento e Remoção de Detritos dos Cursos D'Água;
- Programa de Substituição de Estruturas Limitantes do Escoamento;
- Programa de Manutenção das Margens e Ampliação dos Canais;
- Estudo de Estruturas de Contenção;
- Estudo de Implantação de Diques e Estações de Recalque em Áreas Baixas;
- Programa de Manutenção Sistemática do Sistema de Microdrenagem.

Quanto a sustentabilidade econômica o plano em vigor não apresenta possibilidades de receitas para o sistema de drenagem urbana por meio de taxas ou tarifas, outro ponto negativo que necessita revisão.

A avaliação dos indicadores para o sistema é apresentada de forma de indicadores compostos por outros subindicadores de acordo com os temas abordados (Institucionalização, Cobertura, Eficiência e Gestão). Uma abordagem interessante, porém para a proposição de metas seria interessante apontar metas para os subindicadores também, visto que os temas são muito distintos e ao apresentar um indicador único e condensado, não é possível realizar a avaliação da evolução dos temas em separado. Além disso, não existem um indicador para avaliação do PMISB de Cunha como um todo, apenas indicadores específicos para cada sistema em separado.

Por fim, acredita-se que o documento está muito bem elaborado e contém o conteúdo condizente com um plano municipal de saneamento básico, porém necessita de uma revisão, visto que é um documento de mais de 10 anos, ou seja, com o prazo já expirado tanto conforme a Lei 11.445/2007 (mínimo a cada 4 anos), quanto a Lei 14.026/2020 (mínimo a cada 10 anos). Além disso, ressalta-se que foi analisado o documento final (RELATÓRIO R4) e ele se apresenta como uma síntese dos demais relatórios, portanto, acredita-se que os relatórios parciais, principalmente referente ao diagnóstico, apresente maiores informações.

9.4. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Cunha é um instrumento de gestão dos resíduos fundamentado nas Leis nº 11.445/2007 e nº 12.305/2010, que estabelecem, respectivamente, as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Ele foi elaborado pela Empresa FRAL Consultoria Ltda através do Contrato nº 014/2018 firmado com a

Prefeitura Municipal de Cunha.

Quanto a relação entre os resíduos e a drenagem apontada no PMGIRS tem-se a limpeza de bocas de lobo e do sistema de drenagem que é feita através da coleta dos resíduos e detritos acumulados, utilizando-se de ferramentas adequadas para sua retirada. Importante para o devido funcionamento dos dispositivos de drenagem.

Para tanto, o PMGIRS indica, dentre as ações preventivas e corretivas, a definição cronograma especial de limpeza de sistema de drenagem de águas pluviais urbano (ramais e galerias) vinculadas aos períodos com maiores precipitações das chuvas; Além disso, foram elaboradas Diretrizes, Estratégias, Programas, Ações e Metas para o Manejo dos Resíduos de Saneamento Básico:

Diretriz 1: Dar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico.

Estratégias:

1. Intensificar o trabalho preventivo junto à população residente em áreas sujeitas a enchentes e alagamentos.
2. Estabelecer cronograma de limpeza dos sistemas de drenagem (micro e macro), de acordo com a ocorrência de chuvas, eliminando impactos econômicos e ambientais por ocorrência de alagamentos e enchentes.

Programas e Ações:

Definir e quantificar o material gerado em Estações de Tratamento e Drenagens, com meta de 100% até 2030.

Acredita-se que o PMGIRS de Cunha contém estabelecimentos relevantes a drenagem urbana do município, porém não há indicação quanto à proibição de disposição de resíduos nos cursos d'água e vias públicas ou proposições para utilização de resíduos de construção civil (RCC) como possibilidade de recompor áreas em processos erosivos, outros fatores importante para a drenagem urbana.

10. CADASTRO DO SISTEMA EXISTENTE

Foi realizado o cadastro do sistema de macrodrenagem abrangendo os pontos críticos elegidos em reunião conjunta com representante do GTI (Grupo de Trabalho Interno) e do GTE (Grupo de Trabalho Externo), além de técnicos da prefeitura. Esses pontos e trechos que serão objetos das simulações em modelos matemáticos.

No Anexo II é apresentado o cadastro do sistema de drenagem urbana de Cunha, contendo, traçado, bocas de lobo, levantamento de reservatórios, lagos e represas, cursos d'água, nascentes, pontes, encontros, transições, estreitamentos bruscos, entradas de afluentes e desemboques e no arquivo digital se encontra todo o banco de dados georreferenciados

Já o Anexo III apresenta o detalhamento para a drenagem da Av. Augusto Galvão de França e Av. Antonio Luis Monteiro, que foram considerados locais críticos e as proposições estruturais.

11. FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS

11.1. Horizonte de Projeto e População Futura

Uma das condições essenciais ao planejamento adequado dos sistemas de drenagem é antever sua necessidade e demanda, na medida em que esta demanda aumenta com o crescimento populacional e a expansão e consolidação das zonas urbanas.

Comumente os sistemas de drenagem são planejados para atender às expectativas durante certo número de anos (horizonte de projeto). Isso impõe o conhecimento da população que deverá ser beneficiada n anos após a elaboração do projeto. No caso do Plano Diretor de Macrodrenagem, o horizonte de projeto é 2042 (n = 20 anos). Outro aspecto bastante relevante é que o crescimento populacional está intimamente ligado ao aumento das taxas de impermeabilização, devido ao crescimento e criação de empreendimentos habitacionais.

Dessa forma, a população futura deve ser definida por projeção, de modo criterioso, com base no desenvolvimento demográfico do passado próximo, a fim de que a margem de erro seja pequena. A projeção deve efetivar-se mediante uma Lei de Crescimento que forneça o número de habitantes em qualquer época, dentro do período de n anos.

Ao se projetar populações deve-se atentar para os seguintes pontos:

- Os estudos de projeção populacional são normalmente bastante complexos, devendo analisar todas as variáveis que possam interagir na localidade específica. Ainda assim, podem ocorrer eventos inesperados que mudem totalmente a trajetória prevista para o crescimento populacional. Isto ressalta a necessidade do estabelecimento de um valor realístico para o horizonte de projeto, assim como sua implantação em etapas;
- As sofisticações matemáticas, associadas às determinações dos parâmetros de algumas equações de projeção populacional, perdem o sentido se não forem embasadas por informações paralelas, na maioria das vezes imensuráveis, tais como aspectos sociais, econômicos, geográficos, históricos e outras;
- O bom senso do analista é de grande importância na escolha do Método de Projeção a ser adotado e na interpretação dos resultados; e
- Os últimos dados censitários no Brasil têm indicado uma tendência geral (com exceções localizadas) de redução nas taxas anuais de crescimento populacional.

As previsões de densidades demográficas são feitas mediante aplicação dos Métodos Gerais de Previsão Populacional, em cada uma das áreas que a cidade se divide. Estas áreas parciais são delimitadas em função dos fatores que governam a intensidade de ocupação da área urbana, tais como: condições topográficas, facilidades de expansão da área urbana, preço de terrenos, planos urbanísticos, zoneamento, facilidade de transportes e comunicações, hábitos e condições socioeconômicas de população etc.

Os resultados da projeção populacional devem ser coerentes com a densidade populacional da área em questão.

Conforme discutido no relatório anterior, será adotado a projeção populacional proposto pela SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). O Quadro 16 apresenta a população projetada do município, dividida em total, urbana e rural, e também a taxa de urbanização.

Quadro 16 - Projeção Populacional de Cunha

Ano	População Total	População Urbana	Populacional Rural	Taxa de Urbanização
2022	21.640	13.871	7.769	64,10%
2023	21.619	14.004	7.615	64,77%
2024	21.599	14.136	7.462	65,45%
2025	21.578	14.269	7.309	66,13%
2026	21.546	14.384	7.162	66,76%
2027	21.514	14.499	7.015	67,40%

Ano	População Total	População Urbana	Populacional Rural	Taxa de Urbanização
2028	21.482	14.615	6.867	68,03%
2029	21.450	14.730	6.720	68,67%
2030	21.418	14.845	6.573	69,31%
2031	21.398	14.958	6.439	69,91%
2032	21.378	15.072	6.306	70,50%
2033	21.357	15.185	6.172	71,10%
2034	21.337	15.299	6.039	71,70%
2035	21.317	15.412	5.905	72,30%
2036	21.273	15.498	5.775	72,85%
2037	21.229	15.583	5.646	73,41%
2038	21.185	15.669	5.516	73,96%
2039	21.141	15.754	5.387	74,52%
2040	21.097	15.840	5.257	75,08%
2041	21.038	15.902	5.136	75,59%
2042	20.979	15.965	5.015	76,10%
2043	20.921	16.027	4.893	76,61%
2044	20.862	16.090	4.772	77,12%
2045	20.803	16.152	4.651	77,64%
2046	20.705	16.171	4.534	78,10%
2047	20.607	16.190	4.416	78,57%
2048	20.508	16.210	4.299	79,04%
2049	20.410	16.229	4.181	79,51%
2050	20.312	16.248	4.064	79,99%

11.1.1. Habitação (Moradia)

Para o cálculo da projeção de moradias utilizou-se a projeção população e considerou-se o número médio de moradores por domicílio para o estado de São Paulo que é 2,9 habitantes/moradia (IBGE, 2019). O Quadro 17 apresenta a projeção de moradias.

Quadro 17 – Projeção de Moradias - Urbanas e Rurais.

Ano	População Estimada	Taxa de Urbanização (%)	Moradias Urbanas (Estimativa)	Moradias Rurais (Estimativa)	Moradias Total (Estimativa)	Moradias Urbanas (%) (Estimativa)	Moradias Rurais (%) (Estimativa)
2022	21.640	64,10%	4.783	2.679	7.462	64,10%	35,90%
2023	21.619	64,77%	4.829	2.626	7.455	64,77%	35,23%
2024	21.599	65,45%	4.875	2.573	7.448	65,45%	34,55%
2025	21.578	66,13%	4.920	2.520	7.441	66,13%	33,87%
2026	21.546	66,76%	4.960	2.470	7.430	66,76%	33,24%
2027	21.514	67,40%	5.000	2.419	7.419	67,40%	32,60%

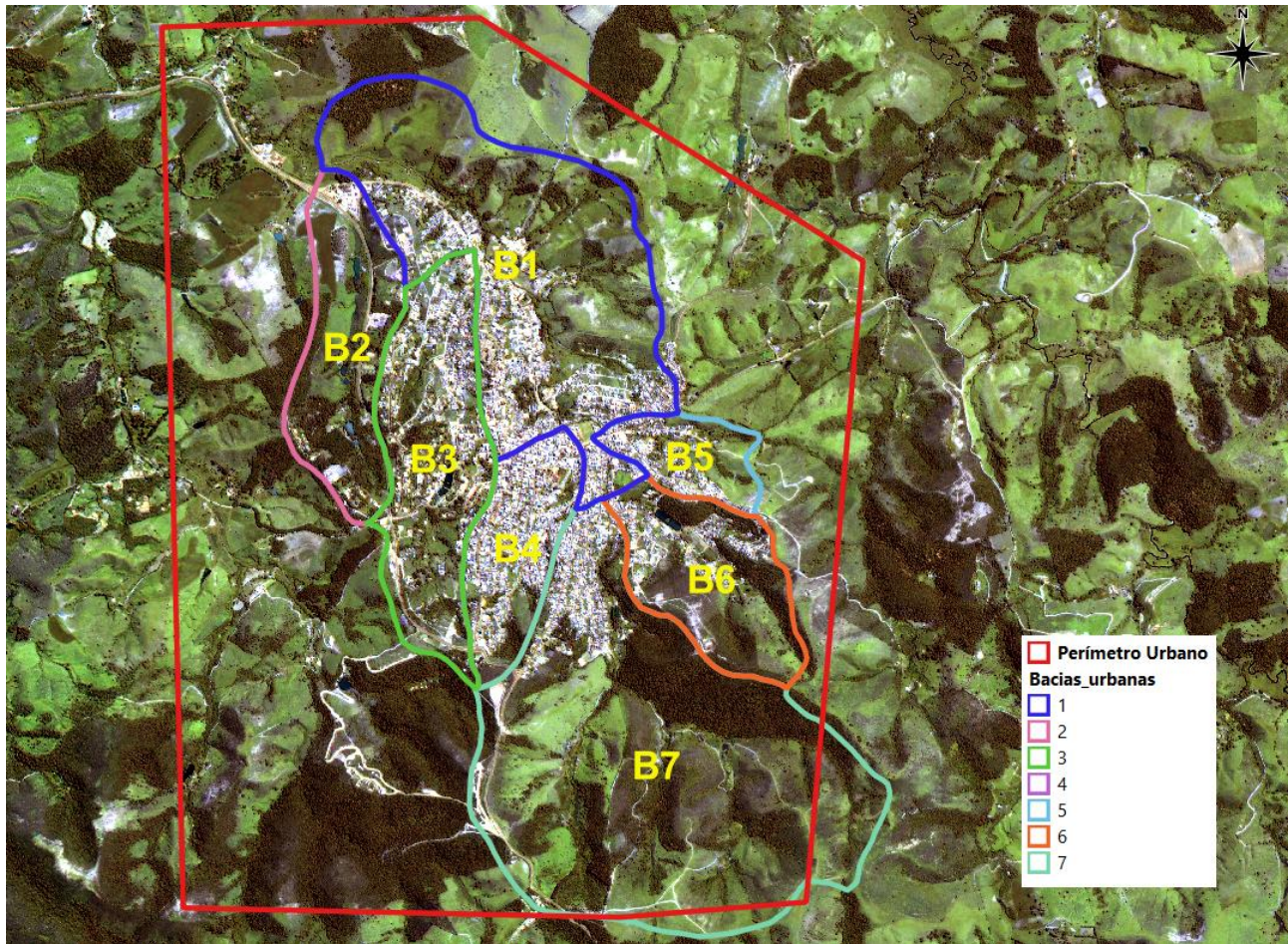
Ano	População Estimada	Taxa de Urbanização (%)	Moradias Urbanas (Estimativa)	Moradias Rurais (Estimativa)	Moradias Total (Estimativa)	Moradias Urbanas (%) (Estimativa)	Moradias Rurais (%) (Estimativa)
2028	21.482	68,03%	5.040	2.368	7.408	68,03%	31,97%
2029	21.450	68,67%	5.079	2.317	7.397	68,67%	31,33%
2030	21.418	69,31%	5.119	2.267	7.386	69,31%	30,69%
2031	21.398	69,91%	5.158	2.220	7.379	69,91%	30,09%
2032	21.378	70,50%	5.197	2.174	7.372	70,50%	29,50%
2033	21.357	71,10%	5.236	2.128	7.365	71,10%	28,90%
2034	21.337	71,70%	5.275	2.082	7.358	71,70%	28,30%
2035	21.317	72,30%	5.314	2.036	7.351	72,30%	27,70%
2036	21.273	72,85%	5.344	1.992	7.336	72,85%	27,15%
2037	21.229	73,41%	5.374	1.947	7.320	73,41%	26,59%
2038	21.185	73,96%	5.403	1.902	7.305	73,96%	26,04%
2039	21.141	74,52%	5.433	1.857	7.290	74,52%	25,48%
2040	21.097	75,08%	5.462	1.813	7.275	75,08%	24,92%
2041	21.038	75,59%	5.484	1.771	7.255	75,59%	24,41%
2042	20.979	76,10%	5.505	1.729	7.234	76,10%	23,90%

11.1.2. Horizonte de Projeto

Os Cenários da evolução dos Sistemas de Drenagem do Município de Cunha contemplam o horizonte de projeto (20 anos) e foram elaborados com base nos seguintes aspectos: população (demografia); habitação (moradia); sistema territorial urbano; setores censitários e desenvolvimento econômico.

A Figura 27 apresenta as bacias urbanas e imagem de satélite atual, na qual demonstra a possibilidade de expansão da malha urbana e impermeabilização do solo principalmente ao norte e nordeste da Bacia B1, a oeste da Bacia B2 e a sul e sudeste das bacias B6 e B7. Além disso, as bacias B3, B4 e B5, dificilmente terão modificações em cenário futuro, visto a ocupação mais intensa e falta de áreas para expansão.

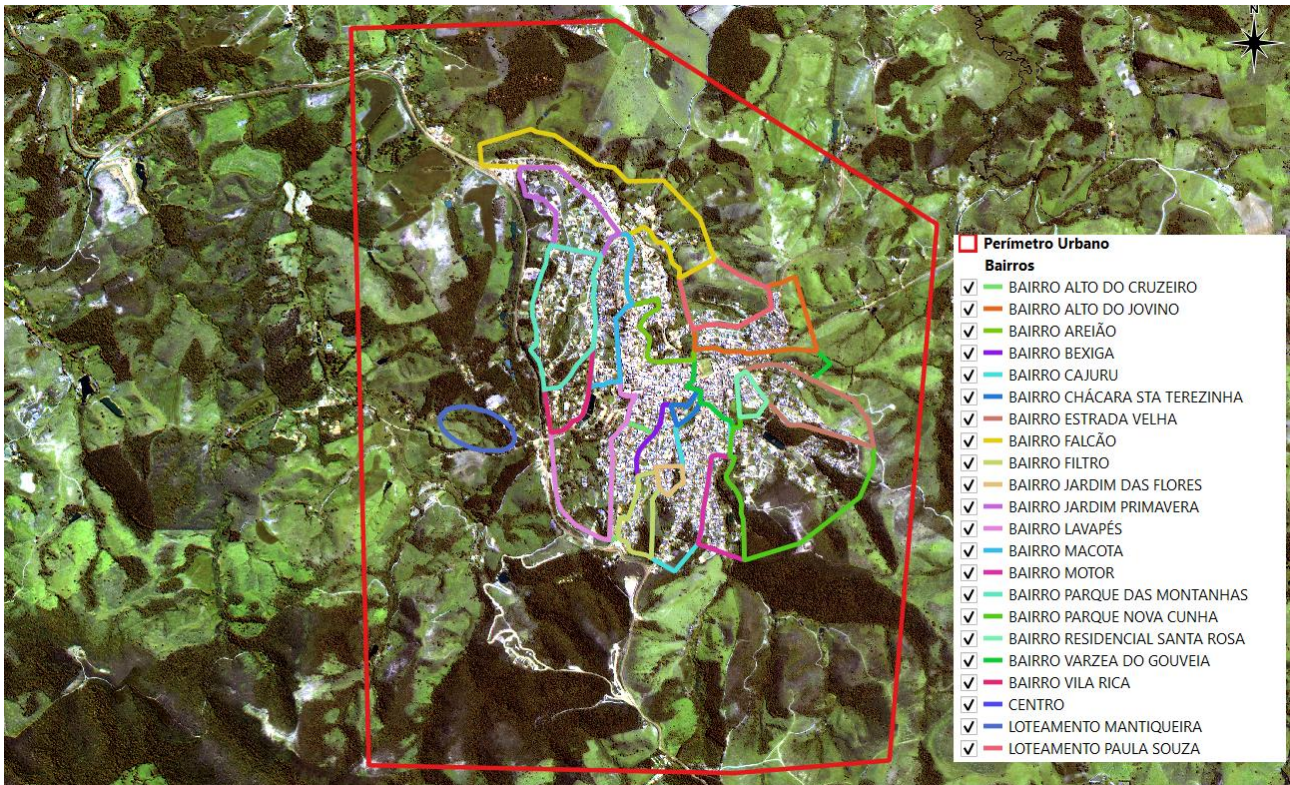
Figura 27 – Território Urbano Municipal em Relação as Bacias Urbanas



Fonte: CBERS4A, 2022

Mais especificamente com relação aos bairros e loteamentos, tem-se a Figura 28 que apresenta os bairros e loteamentos delimitados na imagem de satélite recente. Verifica-se que as oportunidades de expansão nas bacias discutido anteriormente coincidem com a possibilidade de expansão do Bairro Falcão e Loteamento Paula Souza na B1 e Parque Nova Cunha, Bairro Motor e Bairro Cajuru nas B6 e B7. Ressalta-se por fim que o Loteamento Mantiqueira não influenciará nas bacias urbanas identificadas.

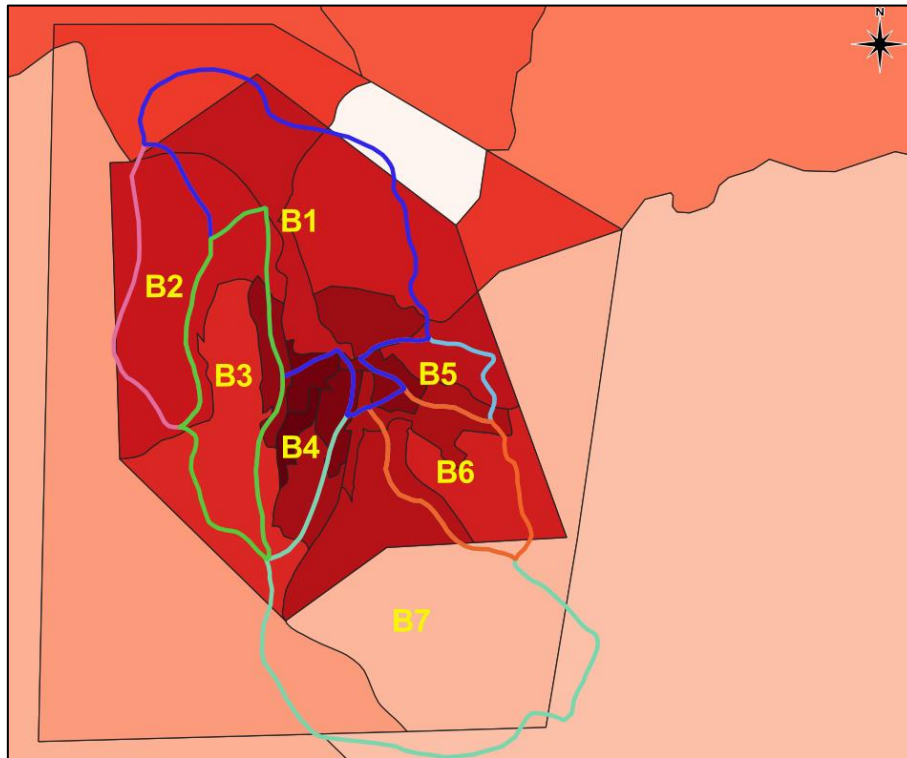
Figura 28 – Território Urbano Municipal em Relação aos Bairros



Fonte: CBERS 4A, 2022

Outro ponto verificado é quanto a densidade demográfica nos setores do IBGE, nos quais a Figura 29 apresenta a relação entre essa questão e as bacias urbanas. As maiores concentrações populacionais se encontram nas bacias B4, B5, B6 e B1, o que bate com as discussões anteriores, com ressalva a B1 que ainda possui maior espaço para a ocupação da população. O caso da B3 é especial visto que está ocupada e tem dificuldade de áreas de expansão, mas a densidade populacional é menor, isto é verificado devido ao tipo de ocupação que são lotes maiores. Por fim, observa-se também a B7 nesta figura como tem uma área pouco habitada e com possibilidade de expansão, com as devidas ressalvas respeitando-se a legislação principalmente no tocante aos recursos hídricos e o meio ambiente.

**Figura 29 – Densidade Demográfica dos Setores Censitários do CENSO 2010 e as
Bacias Urbanas**



Fonte: IBGE, 2010

Nesse sentido, acredita-se que os cenários futuros de ocupação terão abordagem na principal tendência de expansão para essas áreas e, conseqüentemente aumento da impermeabilização do solo nas bacias B1, B2, B6 e B7, em virtude da projeção de novas 720 moradias no horizonte de plano, 180 moradias em cada bacia.

11.2. Cenários Considerados

Os Estudos e a Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Cunha se desenvolvem em três Cenários.

11.2.1. Cenário Atual

No Cenário Atual serão retratadas as condições atuais de impermeabilização e ocupação em cada bacia. Neste Cenário não são previstas intervenções nos sistemas de drenagem ou mudanças nos requisitos de aprovação de novos loteamentos.

11.2.2. Cenário Tendencial

No Cenário Tendencial ou Cenário Futuro, serão consideradas as condições futuras de

impermeabilização e expansão da mancha urbana no horizonte de projeto, sem que haja nenhuma intervenção para o amortecimento das vazões de cheia.

11.2.3. Cenário Alternativo

No Cenário Alternativo, serão consideradas as condições futuras de impermeabilização e expansão da mancha urbana no horizonte de projeto, porém este Cenário contempla a realização de intervenções para o amortecimento das vazões de cheia (reservatório), intervenções no sistema de microdrenagem e recuperação das áreas críticas.

11.3. Modelagem Hidrológica

Conforme diretrizes técnicas do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, em função da área da bacia hidrográfica em estudo, deve-se utilizar os seguintes métodos de cálculo para a determinação da vazão:

Método Racional	- Área \leq 2 km ²
Método I-Pai-Wu	- 2 km ² \leq área \leq 200 km ²
Método Prof. Kokei Uehara	- 200 km ² \leq área \leq 600 km ²
Hirograma Unitário Sintético (HUS)	- Área $>$ 600 km ²

As bacias urbanas definidas no relatório anterior têm áreas que variam de 0,32 a 3,22 km², portanto, foi adotado para o presente estudo, o Método Racional e Método I Pai Wu. O método racional é normalmente adequado para o cálculo de redes de drenagem de águas pluviais. Porém, o método é inadequado para bacias maiores e mais complexas, pois não representa importantes variáveis hidrológicas, dentre elas armazenamento de água no solo e variações de intensidade da precipitação (PAIVA e PAIVA, 2001). Para a verificação da condição rede de microdrenagem foi utilizando o método racional (Equação 1).

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6 \times 10^6}$$

Equação 1

Onde:

Q: vazão (m³/s);

C: coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A: área de contribuição (m²);
i: intensidade de chuva (mm/h).

O parâmetro C foi determinado analisando-se a mancha urbana de cada microbacia. A cobertura do solo foi dividida em cinco classes, de acordo com a sua permeabilidade, descritos no Quadro 18. Para cada cobertura do solo (ou classe), atribui-se um valor de C, segundo valores apresentados por Paiva e Paiva (2001) e Tucci et al. (1995) e São Paulo (2005).

Quadro 18 – Valores do Coeficiente C

Característica da superfície	Classe de cobertura do solo	Valor de C
Áreas de florestas e vegetação densa	Permeabilidade muito alta	0,20
Áreas gramadas e solo exposto	Permeabilidade alta	0,30
Áreas residenciais, de baixa densidade de ocupação	Permeabilidade média	0,50
Áreas residenciais, de média a alta densidade de ocupação	Permeabilidade baixa	0,70
Áreas impermeáveis de regiões centrais, vias e telhados	Permeabilidade muito baixa	0,90

Fonte: adaptado de Paiva e Paiva (2001), Tucci et al. (1995) e São Paulo (2005).

Em contra partida, o Método I Pai Wu constitui-se num aprimoramento do Método Racional, podendo ser aplicado para bacias com área de drenagem de até 200 km². Os fatores adicionais a serem considerados em relação ao Método Racional referem-se ao armazenamento na bacia, à distribuição da chuva e à forma da bacia. Sua aplicação torna-se adequada na medida em que se exerce um julgamento criterioso das inúmeras variáveis em jogo no desenvolvimento de uma cheia.

A expressão base para aplicação do método advém do método racional, conforme a Equação 2 seguir:

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A^{0,9} \times K$$

Equação 2

em que:

Q = vazão de cheia (m³/s);

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de chuva crítica (mm/h);

A = área da bacia de contribuição (km²);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

O Método de I-Pai-Wu leva em conta ainda alguns fatores intervenientes, os quais devem

ser avaliados em cada bacia, sendo eles:

- a) Forma, área e declividade da bacia hidrográfica;
- b) Intensidade e distribuição da chuva crítica;
- c) Características da superfície da bacia hidrográfica envolvendo:
 - Provável utilização futura dos terrenos;
 - Grau de impermeabilização do solo;
 - Existência de depressões ou bacias de acumulação que diminuam os picos de cheias;
 - Grau de saturação do solo devido a chuvas antecedentes.
- d) Tempo de duração da chuva (t);
- e) Tempo de concentração (tc);
- f) Tempo de pico (tp).

O coeficiente C é determinado pela Equação 3.

$$C = \frac{2}{1 + F} \times \frac{C_2}{C_1}$$

Equação 3

O valor de C1 é avaliado para cada bacia de drenagem pela Equação 4.

$$C_1 = \frac{4}{2 + F}$$

Equação 4

O parâmetro F, que relaciona o comprimento do talvegue principal com o diâmetro do círculo que tem a mesma área da bacia, é definido pela Equação 5.

$$F = \frac{L}{2 \times \left(\frac{A}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Equação 5

O parâmetro C2 foi determinado fazendo-se uso de imagens de satélite e pela classificação supervisionada em conformidade com os valores de referência do Quadro 19.

Quadro 19 – Valores do Coeficiente C_2

Característica da superfície	Classe de cobertura do solo	Valor de C_2
Áreas de florestas e vegetação densa	Permeabilidade muito alta	0,25
Áreas agrícolas, campo e plantações	Permeabilidade alta	0,30
Áreas residenciais, de baixa densidade de ocupação	Permeabilidade média	0,50
Áreas residenciais, de média a alta densidade de ocupação	Permeabilidade baixa	0,70
Áreas impermeáveis de regiões centrais, vias e telhados	Permeabilidade muito baixa	0,80

Fonte: adaptado de Paiva e Paiva (2001) e Canholi (2005).

11.4. Uso e ocupação do solo

Para a caracterização atual do uso e ocupação do solo, utilizou-se de imagem de satélite da área urbana do município. Primeiramente, pesquisou-se em diversos portais na internet de fornecimento gratuito. Foi selecionado o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no endereço <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, onde foi escolhido o satélite CBERS-4A por apresentar a maior resolução espacial e características espectrais e radiométricas compatíveis com as necessidades do trabalho proposto. As imagens são disponibilizadas georreferenciadas e ortorretificadas, dispensando processamentos de ajustes geométricos. Com isso, podem fazer parte de softwares denominados Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

O satélite CBERS-4A caracteriza-se por apresentar diversos tipos de sensores de imagens. Foram selecionadas as bandas multiespectrais nas faixas do verde, vermelho e infravermelho próximo e a banda pancromática na faixa visível da radiação eletromagnética. Esta última banda possui resolução espacial de 2 m, enquanto as multiespectrais possuem 8 m. Após a obtenção das imagens da área, utilizou-se o software QGis, de reconhecida eficiência pela comunidade geocientífica. O procedimento consiste na transformação das cores RGB (red, green, blue ou vermelho, verde e azul) para o espaço IHS (Intensity ou brilho, Hue ou tonalidade e Saturation ou saturação) e, deste, de volta para RGB. Este processamento efetua-se segundo as seguintes etapas: a) transformar a cor da imagem do espaço RGB para o espaço IHS; b) substituir a componente I (Intensidade) pela imagem pancromática (Pan) com uma resolução superior e c) efetuar uma transformação inversa com as componentes substituídas do espaço IHS de volta ao espaço original RGB, de forma a obter uma imagem fundida. Esta operação é denominada fusão de bandas. Essa operação proporciona a fusão espacial das bandas

multiespectrais com a banda pancromática, resultando numa imagem colorida (multiespectral) com resolução da banda pancromática, ou seja, de até 2 m, devido à fusão com a banda pancromática com maior resolução. Desta forma, a composição colorida resultante pode ser inserida em softwares do tipo Sistemas de Informações Geográficas, QGIS, para ser analisada visualmente ou processada digitalmente para geração de mapas temáticos como de uso e ocupação do solo. Assim, foi possível obter-se a melhor relação custo/benefício para aquisição de imagem de satélite, sem custos de aquisição, com a maior resolução espacial possível (de até 2 m) e com características espectrais e radiométricas compatíveis com as finalidades do trabalho.

Para entendermos a relação entre resolução espacial e escala do mapa temático a ser gerado a partir da imagem de satélite, devemos considerar que o olho humano é capaz de distinguir objetos ou separá-los até 0,2 mm, o que constitui a acuidade visual. A partir desta informação, podemos calcular a maior escala de mapa que uma determinada imagem pode ser fonte de informações dividindo a resolução espacial pelo fator de acuidade visual conforme a fórmula abaixo:

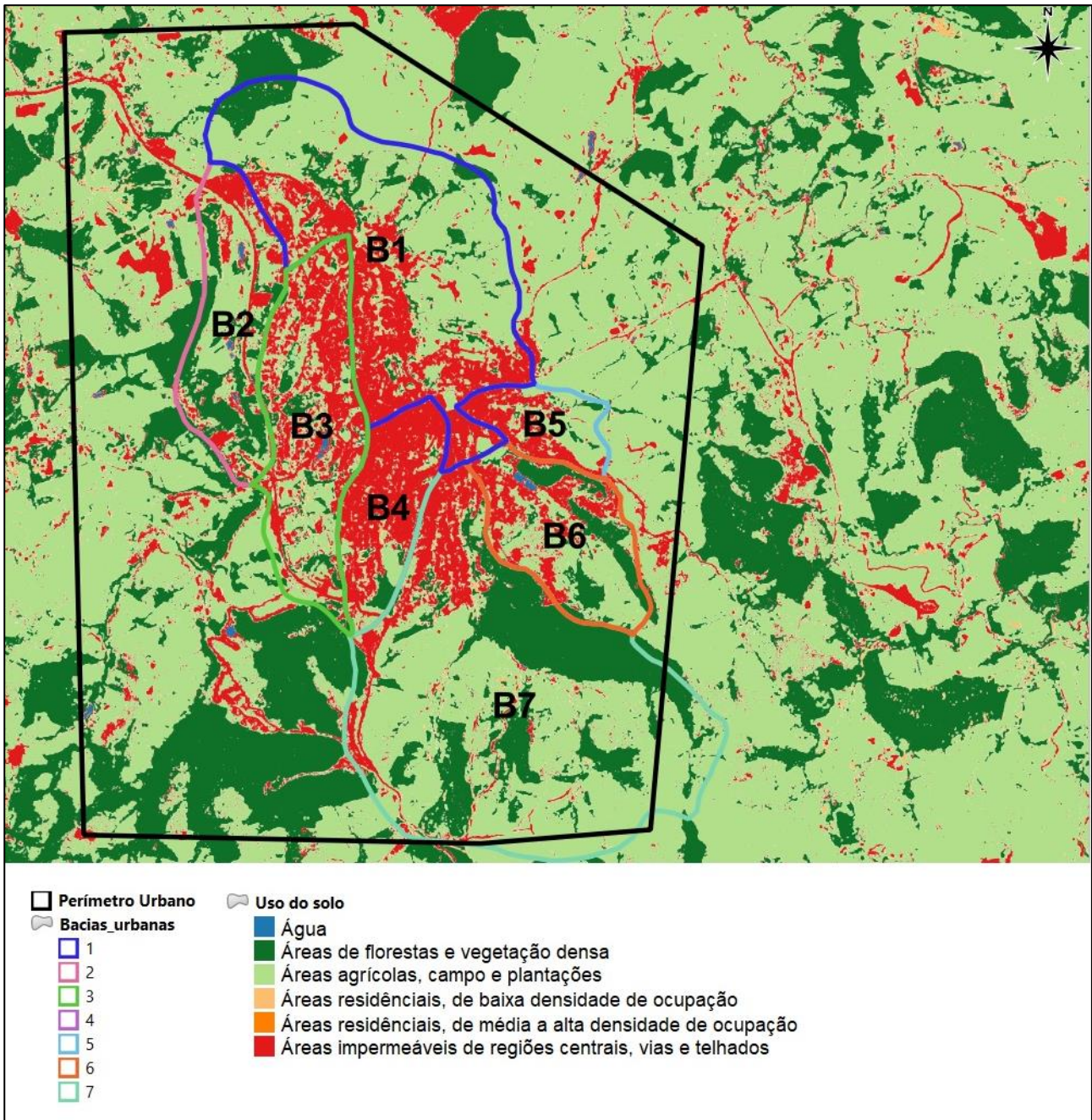
$$\text{Escala} = \frac{\text{Resolução} * 1.000}{\text{Acuidade visual}} \quad \text{ou} \quad \text{Escala} = \frac{\text{Resolução}}{0,0002}$$

Desta forma, para uma imagem de 2 m de resolução espacial, é possível concluir que os mapas temáticos gerados podem alcançar a escala de até 1:12.000, onde 1 cm no mapa corresponde a 120 m no terreno. A data da imagem é de 27/08/2022, ângulo de visada de 0° e cobertura de nuvens 0%.

Em seguida foi realizada a classificação supervisionada através do software QGIS e a ferramenta *dzetsaka*, classificando-se a imagem conforme as características da superfície especificadas no Quadro 18 e Quadro 19.

A Figura 30 apresenta o resultado da classificação da imagem de satélite com delimitação da área urbana e das bacias.

Figura 30 – Usos do Solo Identificados pela Classificação Supervisionada



11.5. Equação de Chuvas Intensas

O município de Cunha não tem equação de chuva, sendo assim será utilizada a equação do município próximo, São Luiz do Paraitinga, conforme apresentado:

Precipitações intensas para São Luiz do Paraitinga, Martinez e Magni (2013)

Nome da estação/ Entidade: Caçatuba - E2-055R / DAEE

Coordenadas geográficas: Lat. 23° 15'S; Long. 45° 12'W

Altitude: 830 m

Duração da estação: 1947-2000

Período de dados utilizados: 1970-1994, 1997-1998 (27 anos).

$$i_{t,T} = 23,27 \cdot (t + 20)^{-0,8263} + 4,109 \cdot (t + 10)^{-0,6592} \cdot [-0,4856 - 0,9096 \ln \ln (T/T-1)]$$

para $10 < t < 1440$

Onde:

i = intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T , em mm/min;

t = duração da chuva em minutos;

T = período de retorno em anos.

Quadro 20 – Previsão de Máximas Intensidades de Chuvas, em mm/h.

Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	78,8	114,1	137,4	150,6	159,8	166,9	188,8	210,6	232,2
20	62,3	89,3	107,1	117,2	124,3	129,7	146,5	163,1	179,7
30	51,8	74,1	88,9	97,3	103,1	107,6	121,5	135,2	148,9
60	35,1	50,5	60,8	66,5	70,6	73,7	83,3	92,8	102,3
120	22,0	32,3	39,1	42,9	45,6	47,7	54,0	60,4	66,7
180	16,3	24,3	29,6	32,6	34,7	36,3	41,3	46,2	51,1
360	9,5	14,7	18,1	20,0	21,4	22,4	25,6	28,8	32,0
720	5,5	8,8	10,9	12,2	13,0	13,7	15,7	17,8	19,8
1080	3,9	6,4	8,1	9,1	9,7	10,2	11,8	13,4	14,9
1440	3,1	5,2	6,6	7,3	7,9	8,3	9,6	10,9	12,2

Quadro 21 – Previsão de Máximas Alturas de Chuvas, em mm.

Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	13,1	19,0	22,9	25,1	26,6	27,8	31,5	35,1	38,7
20	20,8	29,8	35,7	39,1	41,4	43,2	48,8	54,4	59,9
30	25,9	37,1	44,5	48,6	51,6	53,8	60,7	67,6	74,5
60	35,1	50,5	60,8	66,5	70,6	73,7	83,3	92,8	102,3
120	44,0	64,6	78,2	85,8	91,2	95,3	108,1	120,7	133,4
180	49,0	73,0	88,9	97,9	104,1	109,0	123,9	138,6	153,4
360	57,3	88,2	108,7	120,2	128,3	134,6	153,7	172,8	191,8
720	65,5	105,0	131,2	145,9	156,3	164,2	188,7	213,1	237,3
1080	70,4	115,9	146,0	163,0	174,9	184,1	212,3	240,4	268,3
1440	73,9	124,2	157,5	176,3	189,4	199,5	230,7	261,7	292,6

11.6. Tempo de Concentração

Como definido anteriormente, o Tempo de Concentração mede o tempo gasto para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na seção considerada. O tempo de concentração pode ser estimado por vários métodos, os quais resultam em valores bem distintos. Para este estudo será utilizado o Método de Kirpichi, conforme apresentado.

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em h;

L = comprimento do talvegue principal, em km; e

Δh = diferença de cota, em m

11.7. Tempo de Recorrência

É o período de tempo médio em que um determinado evento (neste caso, vazão) é igualado ou superado pelo menos uma vez. A recomendação do número de anos a ser considerado é bastante variada: alguns autores recomendam período de retorno de 10

anos, para projetos de conservação de solos. Outros recomendam o período de retorno de 10 anos somente para o dimensionamento de projetos de saneamento agrícola, em que as enchentes não trazem prejuízos muito expressivos. E ainda, para projetos em áreas urbanas ou de maior importância econômica, recomenda-se utilizar o período de retorno de 50 ou 100 anos.

12. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS INUNDAÇÕES

12.1. Previsão de Cheias para o Cenário Atual

O conhecimento da Rede de Macrodrenagem constitui o primeiro passo a ser considerado nos trabalhos de Diagnóstico e Modelagem Hidrológica. Sua definição deve basear-se na análise do Sistema Hídrico a ser estudado, adequando as variáveis às limitações do modelo matemático adotado.

Conforme constante no Relatório Técnico - R1, foram definidas 7 (sete) Bacias Hidrográficas no município de Cunha: B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7. O Quadro 10 apresenta a caracterização das Bacias Hidrográficas.

Quadro 22 – Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo.

Bacia	Área Total (km ²)	Ext. do Talvegue (km)	Dens. Drenagem (km/km ²)	Diferença de Nível (m)	Declividade Equivalente (m/m)	Fator de Forma da Bacia (F)	Coeficiente (C1)	Coeficiente Volumétrico de Escoamento (C2)	Coeficiente de Escoamento Ponderado - C	Coeficiente de Distribuição Espacial de Chuva (K)			Tempo de Concentração Tc (min)
										30 (min.)	60 (min.)	120 (min.)	
B1	2,24	2,76	1,24	33,00	0,084	1,17	1,26	0,46	0,34	99	99	99	47,92
B2	0,81	1,84	2,27	55,00	0,033	0,47	-	-	0,42	-	-	-	24,64
B3	1,06	2,25	2,12	88,00	0,026	0,66	-	-	0,58	-	-	-	25,94
B4	0,57	1,26	2,23	87,00	0,014	0,27	-	-	0,74	-	-	-	13,34
B5	0,32	0,93	2,94	78,00	0,012	0,15	-	-	0,76	-	-	-	9,80
B6	0,74	1,52	2,05	158,00	0,010	0,37	-	-	0,38	-	-	-	13,17
B7	3,22	3,02	0,94	144,00	0,021	1,53	1,13	0,35	0,24	99	99	99	30,15

No Quadro 23 consta um resumo das vazões projetadas para o Cenário Atual.

Quadro 23 – Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Atual

Bacia	Período de Retorno (Anos)	Cenário Atual					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
B1	10	17,19	18,91	11,76	12,93	7,56	8,32
	50	23,49	25,84	16,11	17,72	10,44	11,49
	100	26,14	28,76	17,94	19,74	11,68	12,85
B2	10	8,40	9,24	5,75	6,32	3,69	4,06
	50	11,48	12,63	7,87	8,66	5,10	5,61
	100	12,78	14,05	8,77	9,65	5,71	6,28
B3	10	15,18	16,70	10,38	11,42	6,68	7,35
	50	20,75	22,82	14,23	15,65	9,22	10,14
	100	23,09	25,40	15,85	17,43	10,31	11,35
B4	10	10,42	11,46	7,12	7,84	4,58	5,04
	50	14,24	15,66	9,76	10,74	6,33	6,96
	100	15,84	17,43	10,87	11,96	7,08	7,78
B5	10	6,01	6,61	4,11	4,52	2,64	2,91
	50	8,21	9,03	5,63	6,19	3,65	4,01
	100	9,13	10,05	6,27	6,90	4,08	4,49
B6	10	6,94	7,64	4,75	5,22	3,05	3,36
	50	9,49	10,44	6,51	7,16	4,22	4,64
	100	10,56	11,62	7,25	7,97	4,72	5,19
B7	10	16,82	18,50	11,50	12,65	7,40	8,14
	50	22,99	25,29	15,76	17,34	10,22	11,24
	100	25,58	28,14	17,56	19,32	11,43	12,57

12.2. Previsão de Cheias para o Cenário Futuro

Para a Elaboração do Prognóstico (Cenário Futuro) considerou-se as mesmas características fisiográficas das Bacias. Os coeficientes de permeabilidade foram alterados para retratar a expansão urbana decorrente expansão urbana prevista. Novamente foram utilizados 3 (três) Períodos de Retorno, TR = 10, 50 e 100 anos e durações de 30, 60 e 120 minutos.

O Quadro 24 apresenta a caracterização das Bacias Hidrográficas para o Cenário Futuro.

**Quadro 24 – Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo –
Cenário Futuro.**

Bacia	Área Total (km ²)	Ext. do Talvegue (km)	Dens. Drenagem (km/km ²)	Diferença de Nível (m)	Declividade Equivalente (m/m)	Fator de Forma da Bacia (F)	Coeficiente (C1)	Coeficiente Volumétrico de Escoamento (C2)	Coeficiente de Escoamento Ponderado - C	Coeficiente de Distribuição Espacial de Chuva (K)			Tempo de Concentração Tc (min)
										30 (min.)	60 (min.)	120 (min.)	
B1	2,24	2,76	1,24	33,00	0,084	1,17	1,26	0,46	0,44	99	99	99	47,92
B2	0,81	1,84	2,27	55,00	0,033	0,47	-	-	0,60	-	-	-	24,64
B3	1,06	2,25	2,12	88,00	0,026	0,66	-	-	0,58	-	-	-	25,94
B4	0,57	1,26	2,23	87,00	0,014	0,27	-	-	0,74	-	-	-	13,34
B5	0,32	0,93	2,94	78,00	0,012	0,15	-	-	0,76	-	-	-	9,80
B6	0,74	1,52	2,05	158,00	0,010	0,37	-	-	0,60	-	-	-	13,17
B7	3,22	3,02	0,94	144,00	0,021	1,53	1,13	0,35	0,42	99	99	99	30,15

No Quadro 25 consta um resumo das vazões projetadas para o Cenário Futuro.

Quadro 25 – Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro

Bacia	Período de Retorno (Anos)	Cenário Futuro					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
B1	10	22,19	24,41	15,18	16,69	9,76	10,74
	50	30,33	33,36	20,79	22,87	13,48	14,83
	100	33,75	37,12	23,16	25,48	15,08	16,58
B2	10	12,00	13,20	8,21	9,03	5,28	5,81
	50	16,40	18,04	11,25	12,37	7,29	8,02
	100	18,25	20,08	12,53	13,78	8,15	8,97
B3	10	15,18	16,70	10,38	11,42	6,68	7,35
	50	20,75	22,82	14,23	15,65	9,22	10,14
	100	23,09	25,40	15,85	17,43	10,31	11,35
B4	10	10,42	11,46	7,12	7,84	4,58	5,04
	50	14,24	15,66	9,76	10,74	6,33	6,96
	100	15,84	17,43	10,87	11,96	7,08	7,78

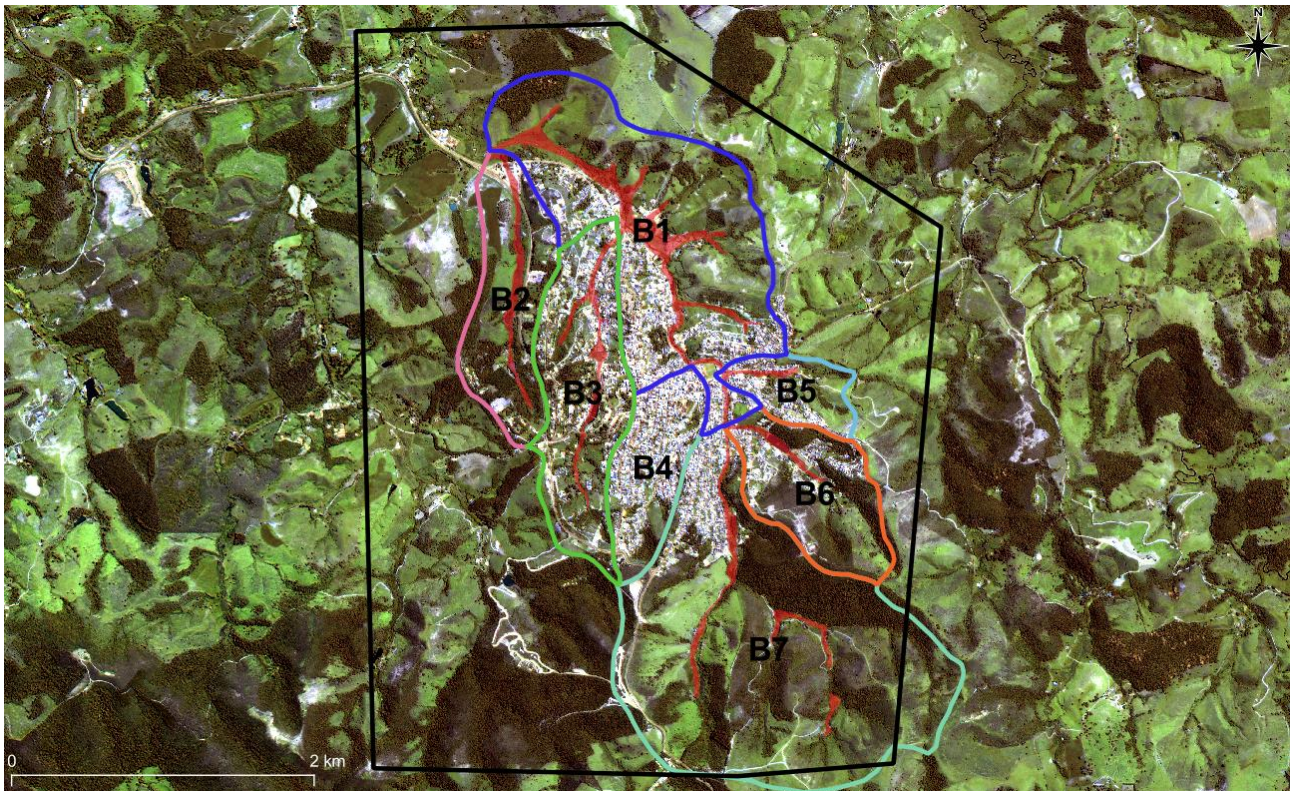
Bacia	Período de Retorno (Anos)	Cenário Futuro					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
B5	10	6,01	6,61	4,11	4,52	2,64	2,91
	50	8,21	9,03	5,63	6,19	3,65	4,01
	100	9,13	10,05	6,27	6,90	4,08	4,49
B6	10	10,96	12,06	7,50	8,25	4,82	5,30
	50	14,99	16,48	10,27	11,30	6,66	7,33
	100	16,67	18,34	11,45	12,59	7,45	8,19
B7	10	29,42	32,36	20,12	22,13	12,94	14,23
	50	40,21	44,23	27,57	30,32	17,87	19,66
	100	44,74	49,22	30,71	33,78	19,99	21,99

12.3. Variação de Nível e Cotas de Inundação

As cotas de nível d'água geradas nas simulações foram construídas a partir de seções representativas de cada Bacia. Visando a segurança de projeto, utilizou-se a vazão de pico, simulando o pior cenário possível, e eventos extremos.

Após a determinação do NA variante, procedeu-se a elaboração das manchas de inundação. Foram representados a mancha para o período de retorno 100 anos, para uma chuva de duração de 30 minutos (Figura 31).

Figura 31 – Mancha de Inundação para as Bacias Urbanas



12.4. Avaliação Econômica dos Prejuízos Causados pelas Inundações

À medida que a ação antrópica desenha as cidades, modifica o Sistema de Drenagem Natural que por consequência intensifica o cenário das inundações.

A retirada da cobertura vegetal é a primeira ação do processo de urbanização, seguida, quase sempre, da impermeabilização dos solos. Esse processo de desenvolvimento transforma significativamente o Balanço Hídrico da Bacia, pois promove um aumento na velocidade e no volume das águas superficiais, antecipa e eleva o pico das cheias e reduz a transpiração vegetal e o escoamento subsuperficial. Ou seja, acelera o escoamento das águas pluviais, permitindo que se acumulem mais rapidamente nos pontos baixos das Bacias.

Para estimativa dos custos, utilizou-se o Método Proposto por Penning-Roswell e Chatterton (1977), que relaciona dados de área inundada e custo de recuperação e limpeza de vias e residências.

O custo relacionado a perda de horas de trabalho devido à limpeza das residências pode ser regido pela seguinte expressão:

$$CLR = \left(\frac{RMF}{MR} \cdot \frac{ES}{NH} \right) \cdot TL \cdot AIC \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

CLR = Custo de Limpeza de Residências;

RMF = Renda média familiar (R\$);

MR = Quantidade de moradores por residência;

ES = Encargos Sociais 95,02% = 1,9502;

NH = Número de horas de trabalho por mês = 168 horas;

TL = Tempo de limpeza (horas/m²/pessoa);

AIC = Área inundada construída (m²) = 60% da Área total inundada;

Assim como em IPEA/ANTP (1997), em cálculos que tenham a renda como parâmetro utiliza-se o fator Encargos Sociais. O valor de 1,9502 é uma estimativa média do total de impostos e contribuições obrigatórias pagas pelo empregador que incidem sobre os salários. O número de horas também é o mesmo adotado no estudo do IPEA/ANTP (1997), que representa 8 horas por dia, durante 21 dias úteis, média de dias úteis ao longo dos meses do ano.

O Quadro 26 relaciona as áreas inundadas e os respectivos custos para as simulações realizadas.

Quadro 26 – Custos Decorrentes de Inundação para o Cenário Atual e Futuro.

Bacias	Área Inundada (m ²)	Prejuízos Decorrentes de Inundação (R\$)
B1	247.670,24	1.162.820,30
B2	77.233,66	362.614,68
B3	76.084,98	357.221,61
B4	2.297,00	10.784,49
B5	19.308,32	90.653,25
B6	29.303,55	137.581,19
B7	100.143,54	470.177,38

13. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais, como o próprio nome indica, não utilizam estruturas que alterem diretamente o regime de escoamento das águas. Correspondem, basicamente, às medidas cuja finalidade é o controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas planícies de inundação, visando a diminuição da vulnerabilidade dessas áreas aos efeitos adversos dos eventos causadores de distúrbios (enchentes, inundações, alagamentos). Quando não é possível evitar completamente a exposição de pessoas e de infraestruturas patrimoniais aos riscos decorrentes desses eventos, as medidas não estruturais podem contribuir para alertar as comunidades potencialmente atingidas, tornando-as mais bem preparadas para absorverem alguns impactos causados pelas ocorrências.

Medidas não estruturais também podem ser de natureza gerencial ou educacional, como o estabelecimento de regras de uso de dispositivos de drenagem ou a adoção de planos de educação ambiental que contribuem para formar consciências comprometidas com a sustentabilidade da cidade.

13.1. Diretrizes Institucionais

Entende-se por Diretrizes um conjunto de indicações para se levar a termo um plano traçado. Com esta visão, e com os princípios fundamentais estabelecidos, foram elencadas as diretrizes denominadas gerais que definirão os programas, projetos e ações de natureza institucional e de caráter mais abrangente, a serem empreendidos no âmbito da drenagem urbana.

13.1.1. Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Cunha e Determinação da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente como Gestor do Plano

A Política de drenagem urbana de Cunha será estabelecida a partir da aprovação do Plano de Diretor de Drenagem. O Plano ensejará a elaboração e estabelecimento de legislação específica, a ser aprovada pela Câmara Municipal. Dado o caráter abrangente do plano será necessária a revisão e complementação da totalidade dos instrumentos legais municipais referentes ao assunto; estando a cargo da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente a implementação e gestão do Plano Diretor de Drenagem no âmbito municipal.

13.1.2. Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Drenagem

Com a aprovação do Plano, o executivo municipal deverá adequar seu orçamento e a programação de investimentos, de forma a atender a programação estabelecida pelo Plano Diretor de Drenagem.

13.1.3. Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas

Promover, de forma abrangente e em larga escala, o acesso à Educação Ambiental da população, de maneira formal ou informal, seja através de um processo institucionalizado que ocorre nas unidades de ensino, como também por sua realização fora da escola, envolvendo flexibilidade de métodos e de conteúdos e um público alvo variável em suas características (faixa etária, nível de escolaridade, nível de conhecimento da problemática da drenagem urbana, etc.);

13.1.3.1. Educação Ambiental

A educação ambiental só foi institucionalizada no Brasil a partir da Constituição Federal de 1988. Em 1994 é criado o Programa Nacional de Educação Ambiental e em 1999 o poder público institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

A PNEA define as instâncias que são responsáveis pela promoção da educação ambiental, como o próprio poder público, a iniciativa privada, a sociedade civil e os meios de comunicação em massa. A PNEA também dispõe sobre a capacitação de recursos humanos por meio da elaboração e divulgação de material educativo.

Em 2007 foi instituída a Política Estadual de Educação Ambiental (Lei Nº 12.780, de 30 de novembro de 2007), a qual, assim como a PNEA, reforça a necessidade de seus princípios estarem presentes em todos os níveis educacionais, da educação formal à não-formal, assim como em todos os níveis da gestão ambiental, desde o planejamento, passando pela implementação ou execução e chegando ao monitoramento dos resultados. A PNEA estabelece que a Educação Ambiental esteja integrada dentro do desenvolvimento educacional das escolas estaduais, e que seja incluída nos temas transversais nas disciplinas curriculares. Ela é estabelecida nos cursos superiores de licenciatura e também recomenda diretrizes de ética socioambiental para atividades

profissionais.

Considerando as diretrizes expostas nas Políticas Nacional e Estadual de Educação Ambiental, sugere-se que Cunha elabore um Plano Municipal de Educação Ambiental contendo as orientações presentes neste relatório.

Educação ambiental consiste na conscientização, orientação e sensibilização da população sobre as causas e consequências de fenômenos, como inundações, através de programas, os quais podem variar de propagandas veiculadas pela mídia até eventos educacionais.

Sabe-se que para obter bons resultados na aplicação das técnicas de controle de enchentes a participação da sociedade é fundamental. O interesse da população em colaborar, bem como sua conscientização a respeito das causas e dos problemas de enchentes podem ser conquistados por meio de programas de Educação Ambiental.

No entanto, a Educação Ambiental não deve ser interpretada como uma medida voltada apenas à população vulnerável aos riscos de enchentes, mas sim a membros de todos os setores, inclusive do meio técnico, e de todas as classes sociais. São de extrema importância a capacitação profissional e a disseminação de conhecimentos, assim como o fluxo de informações e entendimentos comuns dos problemas.

É fundamental a importância da capacitação técnica de profissionais cujas funções influenciem o sistema de macrodrenagem e microdrenagem. A capacitação para um desempenho responsável em tais atividades é muito importante porque faz parte das ações preventivas de tratamento de enchentes. Estes entendimentos comuns partem, em primeira instância, do reconhecimento dos problemas e sua legitimação por todos aqueles que estão envolvidos. A educação ambiental deve iniciar-se, portanto, nos próprios meios técnicos (de planejamento, execução, operação e manutenção dos sistemas), nos círculos de tomada de decisões e no meio político.

A educação ambiental pode ser realizada por meio de cursos de capacitação orientados a membros técnicos; realização de palestras; realização de visitas técnicas a pontos de alagamentos; cursos e atividades práticas voltadas à comunidade; estímulos para diminuir drasticamente a utilização dos cursos d'água como receptores e transportadores de lixo, principalmente aos moradores vizinhos de córregos, ribeirões e reservatórios; aplicação da educação ambiental nas escolas e sensibilização da população local.

Assim, as metas e objetivos a serem previstos no Plano Municipal de Educação Ambiental - PMEA de Cunha devem englobar diversos âmbitos da sociedade, não só a esfera

pública, mas também a privada, as instituições mistas, as organizações não governamentais, assim como os cidadãos de uma maneira geral.

Um Plano Municipal de Educação Ambiental de Cunha deve servir como baliza para as atividades, as dinâmicas e as políticas públicas que visam a inclusão da educação ambiental no âmbito das atividades escolares, empresariais e do poder público.

Ressalta-se que os princípios gerais da Educação Ambiental que devem reger o PMEa de Cunha são:

- abordagem que engloba todos os âmbitos espaciais envolvidos no meio ambiente, de local a global;
- concepção do meio ambiente de forma a considerar a interdependência entre o meio natural, socioeconômico e cultural;
- continuidade do processo educativo e permanente visão crítica acerca deste processo;
- enfoque integral, participativo e diplomático;
- multiplicidade de abordagens pedagógicas, interdisciplinares, proporcionando assim a criatividade de ideias na reformulação de paradigmas;
- respeito à particularidades culturais, étnicas e individuais.
- vinculação da ética nas relações de trabalho, nas práticas sociais, na educação e nas atividades do meio ambiente;

As diretrizes a serem adotadas pelo PMEa podem ser:

- estimular a participação social da população de Cunha nas atividades de Educação Ambiental;
- facilitar o acesso ao inventário dos recursos naturais, científicos, tecnológicos, equipamentos sociais e culturais do Município de Cunha.
- fomentar e estimular projetos e ações socioeducativas em unidades de conservação, parques e áreas verdes, destinadas à conservação, direcionados a todos os públicos;
- fortalecer as atividades de Educação Ambiental nos níveis Federal, Estadual e Municipal;
- promover a formação continuada de professores e educadores ambientais;
- promover a transversalidade da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino de forma interdisciplinar e transdisciplinar;

- promover parcerias entre os setores público, privado, terceiro setor, entidades de classe, meios de comunicação, etc., em projetos ambientais e sustentáveis;

Os objetivos da Educação Ambiental a serem adotados devem ser:

- criar mecanismos institucionais que permitam a melhoria dos índices ambientais na cidade;
- estimular o aprofundamento de uma consciência crítica acerca dos problemas socioambientais;
- garantir que a comunicação e as informações ambientais sejam democratizadas;
- incentivar a população a entender que um valor intrínseco à cidadania é a participação individual e coletiva na preservação do meio ambiente.
- promover a Educação Ambiental atentando para a relação entre o saneamento básico, a saúde, o meio ambiente, a educação e a cultura;

13.1.4. Integração e Articulação da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente com a Secretaria de Educação, Esportes e Lazer

Como forma de assegurar a instituição eficiente da Política Municipal de Educação Ambiental nos assuntos referentes à drenagem urbana, a integração e articulação entre o gestor do Plano Diretor de Drenagem (Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente) e a Secretaria da Educação, Esportes e Lazer deverá se concretizar de maneira institucionalizada, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a resguardar e assegurar o monitoramento a implementação da Política Municipal de Educação Ambiental e outras medidas afins.

13.1.5. Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental

Considerar a interação das ações entre os setores de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo dos resíduos sólidos e manejo das águas pluviais (Drenagem Urbana), com a obtenção de resultados espacialmente mensuráveis, reduzindo o efeito de pulverização das ações e, portanto, dos resultados relativos à salubridade ambiental.

13.1.6. Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento e Obras e da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente

Esta integração deverá ocorrer de modo que as três secretarias trabalhem coordenada e articuladamente na gestão do Plano Diretor Municipal, do Plano Diretor de Drenagem e do Plano de Saneamento Ambiental, impedindo empreendimentos e ações em desacordo com os conceitos e diretrizes estabelecidos no presente plano. A articulação deverá se concretizar de maneira institucionalizada entre o gestor do Plano Diretor de Drenagem (Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente) e a Secretaria de Planejamento e Obra, nas questões que envolvem drenagem, salubridade ambiental, planejamento urbano e meio ambiente, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a monitorar e incrementar as ações que envolvam medidas afins que subsidiem direta e indiretamente a melhoria das condições de salubridade ambiental.

13.2. Programas

13.2.1. Programas Institucionais

São aqueles criados de modo a implementar e operacionalizar as diretrizes institucionais previstas no presente Plano.

13.2.1.1. Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas

Busca-se aqui o estabelecimento de bases para a institucionalização de um Programa de Educação Permanente envolvendo as Secretarias Municipais de Educação, Esportes e Lazer, de Agricultura e Meio Ambiente, além da Secretaria de Planejamento e Obras. A Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, considerada como gestora do processo, deverá coordenar os trabalhos para a implantação e implementação da política a ser estabelecida.

A Educação Ambiental a ser empreendida pelo poder executivo deverá observar a legislação em vigor, em especial a Lei Federal N.º 9.795 de 1999, que trata da Política Nacional de Educação Ambiental.

Os projetos e ações necessárias para o alcance deste programa estão a seguir relacionados.

13.2.1.2. Criação de Grupo de Trabalho

Este grupo deverá ser criado com o objetivo de traçar e formular as bases da Política Municipal de Educação Ambiental, em consonância com a Lei Federal N.º 9.795 de 1999. Deverá ser composto por profissionais ligados à Área da Educação e da Assistência Social, da Área da Saúde, além das Áreas Técnicas que exercem atividades de Gerenciamento e Controle do Setor de Drenagem e Meio Ambiente.

Seu estabelecimento deverá ter retaguarda institucional, com definição de prazos e resultados esperados. O documento final deverá conter os objetivos e os princípios que nortearão os trabalhos e, ainda, diretrizes, programas específicos, projetos e ações a serem empreendidas no âmbito municipal.

13.2.1.3. Criação do Fundo Social para os Projetos de Educação

O COMDEMA (Conselho Municipal de Defesa ao Meio Ambiente) deverá, em prazo não superior a 1 (um) ano, a contar da data de aprovação do Plano de Drenagem Urbana, estabelecer as bases para a criação do Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental. O objetivo principal deste Fundo Social será o de aliar a educação ambiental à assistência a famílias de baixo poder aquisitivo, de maneira a promover sua inclusão social através de atividades que concorram e contribuam para a sensibilização da comunidade para as questões de salubridade ambiental.

13.2.1.4. Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental

Mesmo com a centralização das atividades relativas à drenagem urbana na Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, no que se refere ao planejamento, gestão e operação, algumas Secretarias Municipais deverão exercer atividades em conjunto com a primeira, mantendo relações estreitas de trabalho e participando diretamente, seja no aporte de recursos, seja no desenvolvimento de atividades ou, ainda, nos resultados a serem obtidos relativos à implementação do Plano Diretor de Drenagem.

Este relacionamento institucional deverá ser regulamentado e, ainda, os trabalhos deverão ser regidos por meio de Decreto Municipal onde estará estabelecido, no mínimo, os objetivos, a composição do grupo, as funções a serem exercidas, a responsabilidade de cada órgão, a periodicidade de fluxo das informações, e as atividades a serem

desenvolvidas.

Em razão das peculiaridades inerentes a cada órgão público e segundo as especificidades dos trabalhos a serem desenvolvidos, a Secretaria de Obras, em um prazo não superior a 3 (três) meses, a contar da data de aprovação do Plano Diretor de Drenagem, enviar ao executivo municipal as minutas dos decretos que regulamentarão as relações com cada Secretaria ou instituição pública, relacionada diretamente com a implementação do Plano. Para que não haja prejuízos na implementação do Plano, o executivo municipal, por sua vez, deverá regulamentar esta matéria em um prazo não superior a 3 (três) meses.

A princípio, as Secretarias Municipais que manterão estrita relação de trabalho com a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente serão:

13.2.1.5. Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana

Todos os programas institucionais e alguns dos programas setoriais a ser desenvolvidos necessitarão de legislação municipal adequada à sua implementação.

O executivo municipal, com a assessoria da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente e da Secretaria de Planejamento e Obras, deverá promover a reforma e complementação da Legislação Municipal que dispõe sobre os serviços de Drenagem Urbana, inclusive no que se refere ao Plano Diretor Urbanístico, uso e ocupação do solo e posturas, de forma a adequá-la à Legislação Federal vigente e ao Plano Diretor de Drenagem aprovado pelo Legislativo Municipal.

Após a promulgação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, sua regulamentação não poderá ultrapassar o prazo de 6 (seis) meses, com a finalidade de dar andamento consistente aos programas estabelecidos.

13.2.1.6. Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação

A definição e a regulamentação do uso e ocupação do solo nas áreas sujeitas à inundação devem ser consideradas no Plano Diretor do município.

Com base nessas áreas deve-se definir um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando a minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias, constituindo um zoneamento das áreas de risco de

inundações no município. Esse zoneamento permitirá uma ocupação racional das áreas ribeirinhas. Quanto às condições técnicas do zoneamento, sabe-se que o risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas. A regulamentação do uso das áreas de inundação pode apoiar-se em mapas com a demarcação dos diferentes riscos e, a partir desta avaliação, dos critérios de ocupação das mesmas. Para que esta regulamentação seja utilizada beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

13.2.1.7. Classificação de Níveis de Urgência e/ou Emergência

Para embasar o zoneamento deve-se estabelecer o risco de inundação em diferentes cotas das planícies de inundação. Dessa forma, considerando-se que os cursos d'água, normalmente, formam dois leitos (o menor correspondendo à seção de escoamento em regime de estiagem, e o maior à uma seção mais larga, formada nos meses de maior pluviosidade), o zoneamento deve distinguir, pelo menos, essas duas possibilidades. Quando o tempo de retorno de extravasamento do leito menor é superior a 2 anos, a população tende a ocupar essas áreas de várzeas, com os mais diversos usos, indo de horticulturas até a construção de casas. Assim, por ocasião das cheias, tanto os bens como as pessoas ali instalados ficam sujeitos à diversos perigos e danos. Há casos em que mesmo as áreas situadas à montante das cotas mais altas das várzeas ficam prejudicadas pela elevação do nível d'água decorrente da obstrução ao escoamento natural causada pelos ocupantes das áreas mais baixas.

Outras medidas não estruturais que podem ser adotadas para promoverem um melhoramento na drenagem urbana são: instalação de vedação nas partes baixas das paredes e de uma espécie de barramento temporário ou permanente nas aberturas entre as edificações; cercamento e sinalização das áreas sujeitas à inundação; instituir recomendações de prevenção à enchentes no Código de Construção; aquisição, pela municipalidade, de terrenos para preservação em áreas de inundação; adoção de incentivos fiscais para uso prudente da área de inundação; promover parcerias das mais diversas para promover o reassentamento de comunidades que ocupam áreas de risco; estabelecer, junto à Secretaria de Planejamento e Obras e/ou a outras divisões

competentes procedimentos para o estabelecimento sistemático de campanhas de inspeção e dos dispositivos de drenagem; adoção de campanhas e programas de educação da população quanto às questões relacionadas à drenagem de águas pluviais e ao controle de enchentes.

É importante enfatizar aos gestores do sistema de drenagem urbana a necessidade de se combinar medidas estruturais e não estruturais no intuito de reduzir os impactos das cheias e aumentar a eficiência do setor.

13.2.1.8. Indicação de Medidas para Situações de Emergência e Contingência

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), disciplinada pela Instrução Normativa nº 1 de 24 de agosto de 2012 é fundamental para a uniformização das definições dos eventos que podem implicar em Situações de Emergência ou em estados de calamidade Pública que devem ser considerados nos Planos de Emergência dos municípios. A partir desta uniformização pode-se planejar o atendimento operacional para as situações críticas, primeiro prevenindo e mitigando e, posteriormente, respondendo às emergências.

Segundo a IN nº 1 de 24 de agosto de 2012, referendada pelo Ministério da Integração Nacional para ser adotada pelas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC), os eventos a serem considerados nos planos de emergências e contingências apresentam as seguintes definições:

- I. Desastre: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios;
- II. Dano: resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre;
- III. Prejuízo: medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastre;
- IV. Situação de emergência: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta;

- V. Situação de contingência: situação imprevista, que não se consegue controlar nem prever; eventualidade, casualidade. Natureza do que acontece de modo eventual, incidental ou desnecessário, podendo ter ocorrido de outra forma ou não se ter efetivado;
- VI. Estado de calamidade pública: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta.

Segundo a definição de desastre conclui-se que:

- i. desastre não é o evento adverso, mas a consequência dele;
- ii. não existe, na definição, nenhuma ideia restritiva sobre a necessidade de que o desastre ocorra de forma súbita;
- iii. não existe nenhum conceito de valor sobre a intensidade dos desastres.

Ainda, para que se caracterize um desastre é necessário que:

- i. ocorra um evento adverso com magnitude suficiente para, em interação com o sistema receptor (cenário do desastre), provocar danos e prejuízos mensuráveis; e
- ii. que existam, no cenário do desastre, corpos receptores ou receptivos vulneráveis aos efeitos dos eventos adversos.

13.2.1.9. Sistema de Alerta e Controle de Cheias

Algumas medidas deverão ser tomadas para ajudar a reduzir os prejuízos causados por inundações, tendo como objetivo minimizar os danos através de uma melhor convivência da população com as inundações. Como medida não estrutural encontra-se a utilização de sistemas de alerta a inundações, utilizados na elaboração de mapas de enchentes com previsão do fenômeno aliado à tecnologias, como medidores através de sensores e câmeras, dentre outros visando alertar a população de áreas inundáveis antes de seu acontecimento. Existem várias ferramentas passíveis de implantação do sistema, uma delas é descrita e indicada a seguir, para o município em questão.

O Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP, em São Carlos-SP, com o apoio do Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria (CeMEAI) e a

colaboração de professores da Universidade de Warwick, localizada no Reino Unido, desenvolveram uma tecnologia para a gestão dos riscos de enchentes. Trata-se de um sistema capaz de detectar a enchente ou o risco de sua ocorrência e de avisar a população passível de sofrer as consequências do evento, via aplicativo de celular. O sistema é chamado e-Noé e funciona por meio de uma rede de sensores sem fio.

O professor Jó Ueyama, do ICMC da USP em São Carlos, lidera o grupo de estudo que desenvolveu a tecnologia e explicou, em entrevista ao Jornal da USP “No Ar”, em 17/01/2019, como foi desenvolvido o e-Noé, nome inspirado no profeta bíblico que previu o dilúvio. A ideia foi trazida de um protótipo desenvolvido em um programa de doutorado da Universidade de Warwick, com a finalidade de fazer a detecção e a previsão de enchentes. Vários sensores são utilizados e seguimos uma abordagem chamada de multimodal, que consiste na utilização de multissensores para aumentar a confiabilidade da presença de uma enchente. No processo ocorre o uso de câmeras, sensores de nível dos rios e uma tecnologia de rede sem fio que capta essas informações para passar aos servidores e estes, por sua vez, emitem os alertas.

Os sensores são colocados em pontos estratégicos dos rios, em locais com frequência de enchentes identificados por hidrólogos. A câmera fica num poste a cerca de sete metros de altura, capturando as imagens. Tanto as imagens como os sinais dos sensores são enviados em tempo real.

No processo de coleta das informações, para a emissão dos alertas, é realizada uma seleção de dados das redes sociais, através de uma inteligência artificial, compondo os multissensores. O Twitter foi uma das redes nas quais se observaram as hashtags, publicações e fotos postadas pelos usuários referentes às enchentes. “A população ajuda os sensores dando alertas para todos, de forma correta”, afirma o pesquisador, explicando que ocorre uma filtragem das publicações que de fato trazem informação confiável para complementar os dados.

O e-Noé, aplicado na cidade de São Carlos, pode ser oferecido a outros municípios por intermédio de convênios que a Agência USP de Inovação poderá firmar com as prefeituras. “Feito isso, a tecnologia pode ser disponibilizada para uma determinada cidade. É importante ressaltar que, após um período determinado, nós faríamos um estudo sobre a cidade para saber os pontos estratégicos em que ocorrem as enchentes”, diz o professor. Para mais informações, consulte o site: <http://www.inovacao.usp.br/saocarlos/>.

13.2.1.10. Programa de Medidas de Fiscalização e Controle

A fiscalização cabe ao Titular dos serviços, que pode realizá-la diretamente ou delegá-la à entidade de outro ente federado (art. 8 da Lei nº 11.445/07). A Lei do Saneamento define que “serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas” e que “a atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço”.

O Quadro 27 apresenta as entidades que podem assumir a responsabilidade de desempenhar cada uma das funções da gestão do saneamento básico, quais sejam: planejamento, prestação de serviços, regulação e fiscalização.

Quadro 27 – Funções da Gestão e Entidades Passíveis de Atuar como Responsáveis

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Planejamento	Titular, ou seja, o município.
Prestação de Serviços	Titular, ou seja, o município; ou
	Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar o serviço público; ou
	Órgão ou entidade de consórcio público ou de ente da federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa; ou
	Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação de serviços por meio de concessão.
Regulação	A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo estado, explicitando, no ato da delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º, Lei nº 11.445/07).
Fiscalização do Setor de Saneamento	Titular, que pode delegar a:
	<ul style="list-style-type: none">• Conselho Municipal;
	<ul style="list-style-type: none">• Ente ou órgão regulador municipal ou estadual;• Consórcio.

Fonte: ReCESA, 2013, adaptado da Lei nº 11.445/07.

13.2.2. Programas Técnicos

13.2.2.1. Programa para a Complementação do Cadastro dos Sistemas de Macro e Micro drenagem

Antes de realizar os projetos e obras para atender as deficiências do sistema de drenagem urbana, deve-se realizar a continua atualização do mapeamento, do cadastramento e do nivelamento da rede de drenagem, preferencialmente por empresa especializada, contratada por licitação a fim de conter todas as informações inerentes a

esse sistema, tais como:

- Traçados da rede de drenagem georreferenciada com inclusive detalhando dados como diâmetro, material e profundidade das tubulações;
- Seções transversais suficientes para caracterizar o leito de escoamento do canal ou galeria, devendo incluir todas as singularidades existentes (curvas, inflexões, transições, estreitamentos bruscos, mudanças de declividades, entradas de afluentes, desemboques, etc.);
- Caracterização topológica de reservatórios de amortecimento de cheias;
- Identificação dos pontos de alagamento e inundações;
- Identificação de pontos de interferência nas redes de micro e macro drenagem que compõe o sistema de drenagem

O mapeamento deve ser entregue em material editável e compatível com o apresentado pelo presente plano. A partir desse cadastro completo e atualizado, será possível realizar as demais ações de expansão das redes de micro e macro drenagem para atendimento as demandas locais que são sujeitas a inundações e alagamentos.

13.2.2.2. Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas

No prazo de 3 (três) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a Secretaria de Planejamento e Obras deverá elaborar, com base nas diretrizes presente plano um manual de critérios para a elaboração de estudos hidrológicos de vazões extremas, definindo conteúdos mínimos, metodologias e critérios técnicos para a elaboração de estudos e projetos de drenagem no município, quer sejam de obras privadas, quanto públicas. Este manual deverá estar de acordo com os critérios estabelecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, especialmente nos casos em que a obtenção de aprovação e/ou outorga deste último for necessária.

O manual elaborado deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto, ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.

13.2.2.3. Programa de Monitoramento Hidráulico-Hidrológico

Um evento hidrológico extremo, embora tenha chances mínimas de ocorrência, tem grande probabilidade de causar um colapso generalizado no sistema de drenagem, uma vez que esses eventos podem superar os dados das previsões.

Por esse motivo, em conjunto com medidas que amenizem os efeitos das inundações, são necessários sistemas de monitoramento em tempo real, centros de análise de dados e planos para ações emergenciais.

Além da coleta e transmissão de dados é recomendável elevar o nível de conscientização e treinamento da população, melhorando assim a eficiência de uma possível evacuação no momento da ocorrência, e conseqüentemente, reduzindo riscos de vidas e danos à saúde. Atualmente, não há plano de emergência para eventos extremos e abrigos.

As áreas de risco deverão ser monitoradas e o nível de atenção deverá se adequar ao decorrer da implantação das medidas estruturais, os quais podem classificar-se em interdição de área até remoção da população.

As ações de remoção da população das áreas de risco e relocação para abrigos (assistência humanitária) são viabilizadas por intermédio da Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC do Ministério da Integração Nacional (MDR, 2019). A construção de edifícios para abrigo provisório para assistência às vítimas de desastres naturais pode ser financiada mediante solicitação de recursos no SINPDEC (MDR, 2019).

13.2.2.4. Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem

No prazo de 3 (três) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a Secretaria de Planejamento e Obras deverá elaborar um manual de procedimentos para a análise e aprovação de Projetos submetidos à Prefeitura Municipal de Cunha, no que se refere às questões de drenagem, estabelecendo:

- A abrangência das normas de aprovação;
- Os critérios para a elaboração dos estudos e projetos a serem submetidos à aprovação; e
- Os procedimentos, fluxogramas e prazos de aprovação, bem como a matriz de responsabilidades dos processos.

- O manual de procedimentos deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto, ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.

13.2.2.5. Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas

No prazo de 12 (doze) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, em conjunto com a Secretaria Planejamento e Obras, deverá elaborar um conjunto de documentos técnicos com o objetivo de padronizar e buscar a qualidade nas Obras Públicas Municipais de Drenagem Viária e Urbana. Os documentos deverão conter, no mínimo:

- Um conjunto de projetos padrão de engenharia de dispositivos de drenagem, que inclua quantitativos de materiais e serviços;
- Um manual de especificações técnicas de materiais e serviços utilizados para a construção e implantação dos dispositivos projetados;
- Um caderno de encargos para o estabelecimento de preços unitários dos serviços necessários à construção e implantação dos dispositivos de drenagem; e
- Um caderno de instrução de projeto que especifique conteúdos mínimos dos projetos, padrões de apresentação, critérios técnicos, normas a adotar, etc.

13.2.2.6. Orientação para Projetos

As medidas não-estruturais propostas no presente Plano Diretor de Drenagem Urbana têm por objetivo consubstanciar as diretrizes para drenagem urbana do município de Cunha, e contemplam ações que buscam regular a obtenção de recursos financeiros, promover o treinamento dos recursos humanos, estabelecer instrumentos legais consistentes e também orientar quanto à adoção de medidas compensatórias.

Dentre as principais medidas recomendadas pela literatura técnica destacam-se:

- o aproveitamento de espaços públicos para amortecimento das cheias;
- o reuso de águas pluviais.
- o uso de elementos permeáveis;

- os reservatórios de detenção (podendo ser instalados em áreas públicas ou particulares) ou retenção (podendo ser instalados em áreas que permitam a manutenção de uma lâmina d'água, com garantia de que a qualidade da água permanecerá);

A adoção destas medidas compensatórias pode ser contemplada em lei específica que determina as diretrizes de ações não estruturais e estruturais a serem adotadas no município.

Os projetos e as orientações para elaboração de projetos para implantação das medidas não-estruturais previstas deverão nortear a equipe técnica da Prefeitura Municipal quanto às ações a serem tomadas para atingir as metas estabelecidas.

A adoção de medidas compensatórias, previstas para regularização de loteamentos e outras propriedades cujo escopo está definido como sistema de micro ou mesodrenagem, necessita de diretrizes quanto aos métodos de cálculo e parâmetros mínimos a serem seguidos na elaboração de projetos. Estas orientações têm por objetivo nortear os técnicos da Prefeitura Municipal para que estes possam orientar os empreendedores, e também para que estejam capacitados para avaliar e aprovar os projetos que deverão ser a eles submetidos na ocasião da instalação de novos empreendimentos.

Desta forma, a seguir são apresentadas diretrizes de projeto de algumas destas medidas de controle e técnicas compensatórias, com ênfase em escalas menores, como para retenção no lote, loteamentos, empreendimentos imobiliários ou pequenos aglomerados urbanos.

Obras de detenção ou retenção

O dimensionamento de um reservatório de detenção é precedido de um pré-dimensionamento onde se estimam o volume do reservatório, área ocupada, profundidade média, custo e respectivo custo-benefício, Tomaz (2002). Este pré-dimensionamento é de suma importância para o estudo das alternativas e também de sua viabilidade.

Os próximos passos, conforme relatado por Tomaz (2002) serão: a seleção preliminar de uma estrutura de saída; execução da propagação do hidrograma do escoamento superficial e do escoamento de saída; e verificação dos picos de descarga depois do desenvolvimento.

Para o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana recomenda-se o uso das metodologias:

- Método Racional, para bacias de até 2 km² de área;
- Método SCS – Soil Conservation Service, para as demais bacias.

Obras de retenção

São obras que permitem o armazenamento de água de escoamento superficial, normalmente secas, projetadas para "deter" temporariamente as águas, durante e imediatamente após um evento. Constituem exemplos de dispositivos de retenção: valas naturais em levantamento transversal atuando como estrutura de controle, depressões naturais ou escavadas, caixas ou reservatórios sub-superficiais, armazenamento em telhado e bacias de infiltração.

De acordo com Canholi (2005) os dispositivos de retenção por ser divididos quanto à sua localização (diretamente na fonte ou a jusante). Para os dispositivos na fonte destacam-se:

- Controle de entrada: armazenamento em telhados, áreas de estacionamento etc.;
- Retenção in situ: armazenamento após coleta de pequenas áreas.
- Disposição no local: infiltração, percolação e pavimentos porosos;

No caso de dispositivos a jusante podem ser utilizados reservatórios online ou off-line, devendo-se ressaltar algumas vantagens desta alternativa, como, por exemplo:

- Maior controle sobre a eficiência, reduzindo a possibilidade de ocorrência do timing, ou seja, da simultaneidade dos picos de vazão entre sub-bacias, que resultariam em um excedente superior ao observado na situação natural.
- Maior controle sobre a manutenção/operação do dispositivo, dado o volume maior de armazenamento pode-se concentrar em um único dispositivo ou ao menos em um número menor de estruturas o controle das cheias de uma determinada área de drenagem;
- Menor custo para implantação do sistema, e igualmente para sua manutenção/operação;

A seguir são descritas algumas características das alternativas acima propostas, com exceção dos dispositivos a jusante já apresentado no item referente aos Dispositivos Propostos, por tratar-se de medidas estruturais de maior porte.

Os dispositivos de infiltração podem ser configurados como técnicas compensatórias em drenagem urbana de baixo impacto, como, por exemplo, trincheiras de infiltração, planos de infiltração, pavimentos permeáveis etc.

Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são recomendadas para reter a água, bem como melhorar os aspectos qualitativos associados às águas pluviais, devendo considerar os seguintes aspectos, conforme relata o Manual Prince George's County:

Quadro 28 – Informações sobre a Estrutura das Trincheiras de Infiltração

Características	Limitações
Área de superfície mínima (metros)	2,4 a 6,1
Largura	0,6 a 1,2
Comprimento	1,2 a 2,4
Solos	Permeáveis, com infiltração de 1,32 cm/h são recomendados.
Declividades	Não é uma limitação usualmente, mas deve ser considerado no projeto. Deve ser locado abaixo do nível das construções e fundações
Nível do lençol ou leito de rocha	0,6 a 1,2 metros de espaço livre entre água e o leito de rocha
Proximidade de fundações	Distância mínima de 3,05 metros
Profundidade máxima	1,8 a 3,0 metros dependendo do solo
Manutenção	Moderada a alta

Fonte: Prince George's County

Estas estruturas são mais efetivas e tem vida útil maior quando algum pré-tratamento é incluído em seu projeto, como filtros de faixas vegetadas ou canais vegetados.

As especificações para implantação de trincheiras de infiltração consistem nos seguintes aspectos:

- A trincheira de infiltração não pode receber escoamento até que a mesma esteja finalizada e estabilizada;
- Caso haja árvores nas proximidades do local onde a estrutura será construída deve-se prever uma manta geotêxtil mais resistente, evitando que raízes penetrem a estrutura.
- Deve-se evitar ao máximo o tráfego de veículos e equipamentos pesados para reduzir a compactação do solo;
- O material proveniente da escavação das trincheiras pode ser utilizado na estabilização da estrutura;

Obras de Retenção

São obras que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos,

abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.

Polders

Trata-se de sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento, que tem por objetivo proteger as áreas marginais situadas em cotas inferiores ao nível d'água máximo, determinadas pelos eventos chuvosos extremos.

Segundo recomendação de Canholi (2005) os critérios de projeto para polders são semelhantes às estruturas de detenção – barragens – de pequeno porte, devendo-se analisar ainda à proteção de sua fundação e ocorrência de erosão.

Plano de Infiltração

Assim como as valas e valetas de infiltração, os planos são constituídos por simples depressões escavadas no solo com objetivo de recolher águas pluviais e efetuar armazenamento temporário, podendo favorecer a infiltração.

Estas estruturas podem ser implantadas ao longo do sistema viário, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.

O projeto destas estruturas é simples, e elas podem receber cobertura vegetal, bem como canaletas de fundo para facilitar o escoamento final dos volumes. As vantagens apontadas por Baptista et al. (2005) foram:

- Baixo custo de construção e manutenção;
- Benefício financeiro pela redução das dimensões da rede;
- Exercem a função de pré-tratamento (remoção de poluentes por sedimentação, filtração e adsorção);
- Fácil manutenção.
- Ganhos paisagísticos e benefícios ambientais (melhoria da qualidade da água)
- Possibilidade de uso de materiais locais;

O autor apresenta ainda algumas restrições à implantação de Planos de Infiltração, quais sejam:

- Eficiência restrita devido a altas declividades (deposição de sedimentos, perda do volume de detenção – compartimentação e erosão);
- Exigência de espaço específico;
- Manutenção periódica;

- Poluição do lençol.
- Possibilidade de estagnação das águas (risco sanitário);

A viabilidade da implantação de uma estrutura de infiltração depende da análise dos seguintes parâmetros (Baptista et al, 2005):

- Águas pouco poluídas e com pouco fino;
- Infiltração superior a 10⁻⁷ m/s e não deve ser o único meio de evacuação;
- Lençol a mais de 1 metro;
- O sítio não deve ser área de infiltração regulamentada.
- Solo suporte deve ser propício a presença de água;

E finalmente o autor cita algumas condicionantes de projeto:

- Informações de caráter hidrológico e geotécnico idem trincheiras.
- Infra-estrutura e superestruturas: Vala de infiltração contígua – afastar ou posicionar em nível inferior ao leito da via, implantação de cortina ou parede impermeável entre a vala e o pavimento.
- Tipo de vegetação: adaptadas a curtos períodos de inundação periódica, árvores perenifólias, principalmente quando houver orifícios de regulação de vazão.
- Topografia: terrenos planos ou com declividade reduzida – divisórias para evitar estagnação;

Pavimento Permeável

O Pavimento Permeável é uma estrutura de armazenamento da água pluvial tendo como função complementar o suporte de tráfego de veículos. O funcionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis, de acordo com Azzout et al. (1994) apud Aciole (2005) são:

- Armazenamento temporário da água nos vazios da camada de brita;
- Entrada imediata da água da chuva no corpo do pavimento, que pode ser distribuída (pavimento poroso) ou localizada (drenos laterais ou bocas-de-lobo);
- Evacuação por infiltração no solo, ou liberação lenta para rede de drenagem.

As vantagens listadas por Ciria (1996) apud Aciole (2005) do uso de pavimentos permeáveis são:

- Construção simples e rápida;
- Custos podem ser menores ao longo do tempo que os sistemas convencionais.
- Dispositivo que pode ser utilizado em locais onde não há rede disponível;
- Possibilita aumento na recarga do aquífero;

- Redução do volume destinado à rede de drenagem (redução de custos na ampliação ou implantação das redes);
- Redução dos impactos da urbanização;
- Segundo EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana, o pavimento permeável permite ainda a redução de derrapagens e ruídos, e constitui-se em um dispositivo totalmente integrado ao meio, não necessitando de área específica para sua construção.

Os limitantes no uso desta medida são características como, acúmulo de sedimentos na superfície devido à erosão, águas poluídas que podem acarretar em prejuízos à qualidade das águas subterrâneas, a manutenção inadequada pode ocasionar perda do potencial de porosidade do pavimento, risco de colmatação etc. Os tipos de materiais disponíveis para aplicação desta técnica são:

- Asfalto Poroso;
- Blocos de concreto vazados; ou
- Concreto Poroso.

Quadro 29 – Informações sobre a Estrutura de Pavimentos Permeáveis

Camada	Especificações
Revestimento Poroso	Concreto Poroso Asfalto Poroso Blocos Vazados
Filtro de agregado (areia)	Diâmetro entre 2 a 4,8 mm Espessura de aproximadamente 4,0
Reservatório de pedras com agregados graúdos (brita)	Diâmetro entre 25 a 76 mm Espessura – depende do volume á armazenar e da porosidade do material
Geotêxtil	Fundo, laterais e interfaces

Fonte: Prince George's County

14. PREMISSAS DE PROJETO

Para a elaboração dos anteprojetos e as análises financeiras de custo benefício, serão utilizados os seguintes preceitos.

- Detalhamento das alternativas selecionadas após a análise de viabilidade;
- Definição das condições de escoamento e vazão, utilizando-se do Método I-PAI-WU e Método Racional para determinação das vazões de cheia, com chuvas de duração entre 30 e 120 min., e período de retorno TR = 5, 10, 25, 50 e 100 anos;

- Utilização das diretrizes técnicas e composição de custos unitários da Secretaria de Infraestrutura Urbana de São Paulo;
- Estimativa de prejuízos causados pelas inundações conforme constante no Quadro 26.

Quadro 30 – Custos Decorrentes de Inundação para o Cenário Atual e Futuro.

Bacias	Área Inundada (m ²)	Prejuízos Decorrentes de Inundação (R\$)
B1	247.670,24	1.162.820,30
B2	77.233,66	362.614,68
B3	76.084,98	357.221,61
B4	2.297,00	10.784,49
B5	19.308,32	90.653,25
B6	29.303,55	137.581,19
B7	100.143,54	470.177,38

Estes valores servirão como referência para análise de custo benefício e “payback” das intervenções projetadas.

15. DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE *RUN-OFF*

É sabido que o crescimento urbano, e o conseqüente aumento de áreas impermeabilizadas, provocam alterações significativas nas condições de escoamento de uma bacia, sobretudo no aumento da velocidade, diminuição do tempo de concentração e do acréscimo de volume nas vazões de pico.

Desta maneira, medidas devem ser tomadas para controlar estes efeitos, através de medidas de organização territorial e amortização de cheias.

15.1. Caracterização Morfométrica das Bacias

A caracterização morfométrica de uma bacia é um passo vital para o seu estudo. Fatores como a densidade de drenagem e índice de forma podem indicar a suscetibilidade natural de uma bacia, à ocorrência de inundações.

Desta maneira foram elencados diversos parâmetros que traduzem essas características. Uma vez estudados esses parâmetros auxiliarão na determinação do Coeficiente de Run-Off (C) a ser adotado em novos empreendimentos, visando a mitigação de impactos nas

bacias, decorrentes de sua implantação.

No Quadro 10 apresenta-se a Caracterização Morfométrica das Microbacias.

Quadro 31 – Caracterização Morfométrica das Microbacias.

Bacia hidrográfica	Área Total	Ext. do Talvegue	Dens. Drenagem	Extensão do Percurso Superficial	Índice de Sinuosidade	Fator de Forma	Índice de Compacidade	Coeficiente de Manutenção
	(km ²)	(km)	(km/km ²)					
B1	2,24	2,76	1,24	0,40	1,32	1,17	1,57	809,25
B2	0,81	1,84	2,27	0,22	1,02	0,47	1,40	439,80
B3	1,06	2,25	2,12	0,24	1,06	0,66	1,53	472,76
B4	0,57	1,26	2,23	0,22	1,06	0,27	1,28	448,42
B5	0,32	0,93	2,94	0,17	1,06	0,15	1,26	340,57
B6	0,74	1,52	2,05	0,24	1,08	0,37	1,19	487,28
B7	3,22	3,02	0,94	0,53	1,23	1,53	1,19	1067,32

Com bases nos parâmetros apresentados, e em estudos anteriores, foram definidos Coeficientes de Run-Off para cada uma das bacias do município. Esses coeficientes deverão ser aplicados nos estudos hidrológicos que visem prever o impacto da implantação de novos empreendimentos em suas respectivas áreas.

A Tabela 07 apresenta os coeficientes supracitados.

Tabela 07 - Coeficiente de Run-Off Projetados.

Microbacia	Área Total (km ²)	Dens. Drenagem (km/km ²)	Ocupação Predominante	Coeficiente de Escoamento Ponderado (Racional/ I PA WU)	CN (Soil Conservation Service)
B1	2,24	1,24	Medianamente urbanizada em expansão	0,44	86
B2	0,81	2,27	Medianamente urbanizada em expansão	0,60	86
B3	1,06	2,12	Urbanizada	0,58	86
B4	0,57	2,23	Altamente urbanizada	0,74	86
B5	0,32	2,94	Medianamente urbanizada em expansão	0,76	86
B6	0,74	2,05	Medianamente urbanizada em expansão	0,60	86
B7	3,22	0,94	Pouco urbanizada	0,42	86

Fonte: Adaptado de Plínio Tomaz, 2016.

16. ANTEPROJETOS DAS MEDIAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE

16.1. Relatório Descritivo e Justificativo

Conforme foi detalhado no relatório anterior, em reunião conjunta com representantes do GTI (Grupo de Trabalho Interno) e do GTE (Grupo de Trabalho Externo), além de técnicos da prefeitura foram considerados que a Av. Augusto Galvão de França e Av. Antonio Luis Monteiro são os locais críticos e necessitariam de maior atenção quanto as proposições estruturais.

Nesse sentido foi realizada o mapeamento topográfico local e proposto a implantação de sistema de microdrenagem completo com bocas de lobo, postos de visita, ligações, galerias de águas pluviais.

Na Avenida Antônio Luis Monteiro, foi proposta a instalação de 10 bocas de lobo, 10 poços de visita, cerca de 300m de galerias em diâmetro de 0,8m e aproximadamente 67m de ligações em tubos de 0,6m, além do aproveitamento da infraestrutura presente.

Para a Av. Augusto Galvão de França propõe-se a implementação de 23 bocas de lobo, 9 poços de visita, em torno de 225m de galerias em diâmetro 0,8m e 63m de ligações em tubos de 0,6m, além do aproveitamento da infraestrutura presente.

16.2. Memoriais de Cálculo

A memória de cálculo de verificação das galerias é apresentada pelo Quadro 32.

Quadro 32 – Dimensionamento de Galeria de Águas Pluviais

Trecho			Extensão (m)	Área de Contribuição (ha)		Vazão (m³/s)	Seção (m)	Capac. Máxima (m³/s)	Velocidade a seção plena (m/s)	tc (min)	Intensidade (10min e 25 anos). (mm/min)
				Parcial	Acumulado						
PV 1	-	PV 2	12,319	2,2854	2,2854	0,85	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 2	-	PV 3	47,526	0,5729	2,8583	1,06	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 3	-	PV 4	38,912	0,4805	3,3388	1,24	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 4	-	PV 5	13,242	0,0677	3,4065	1,26	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 5	-	PV 6	25,555	0,1153	3,5218	1,31	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 6	-	PV 7	25,241	0,1318	3,6536	1,36	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 7	-	PV 8	43,73	0,1992	3,8528	1,43	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 8	-	PV 9	42,463	0,1722	4,0250	1,49	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 9	-	PV10	27,356	0,1210	4,1460	1,54	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV10	-	deságue	26,143	0,0000	4,1460	1,54	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 11	-	PV 12	38,063	0,0993	0,0993	0,04	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 12	-	PV 13	35,762	0,2137	0,3130	0,12	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 13	-	PV 14	29,199	0,2035	0,5165	0,19	0,80	2,14	4,27	10	2,782
PV 14	-	PV 15	28,864	0,2445	0,7610	0,28	0,80	2,14	4,27	11	2,782
PV 16	-	PV 17	25,454	1,3803	1,3803	0,51	0,80	2,14	4,27	12	2,782
PV 17	-	PV 18	42,309	0,1416	1,5219	0,56	0,80	2,14	4,27	13	2,782
PV 18	-	PV 19	17,787	0,0846	1,6065	0,60	0,80	2,14	4,27	14	2,782
PV 19	-	deságue	6,2834	0,0000	1,6065	0,60	0,80	2,14	4,27	10	2,782

16.3. Desenhos e Especificações Técnicas

O ANEXO III apresenta a planta geral das propostas estruturais e as Figura 32 e Figura 33 apresentam algumas especificações técnicas.

Figura 32 – Especificação Técnica da Boca de Lobo Simples Proposta

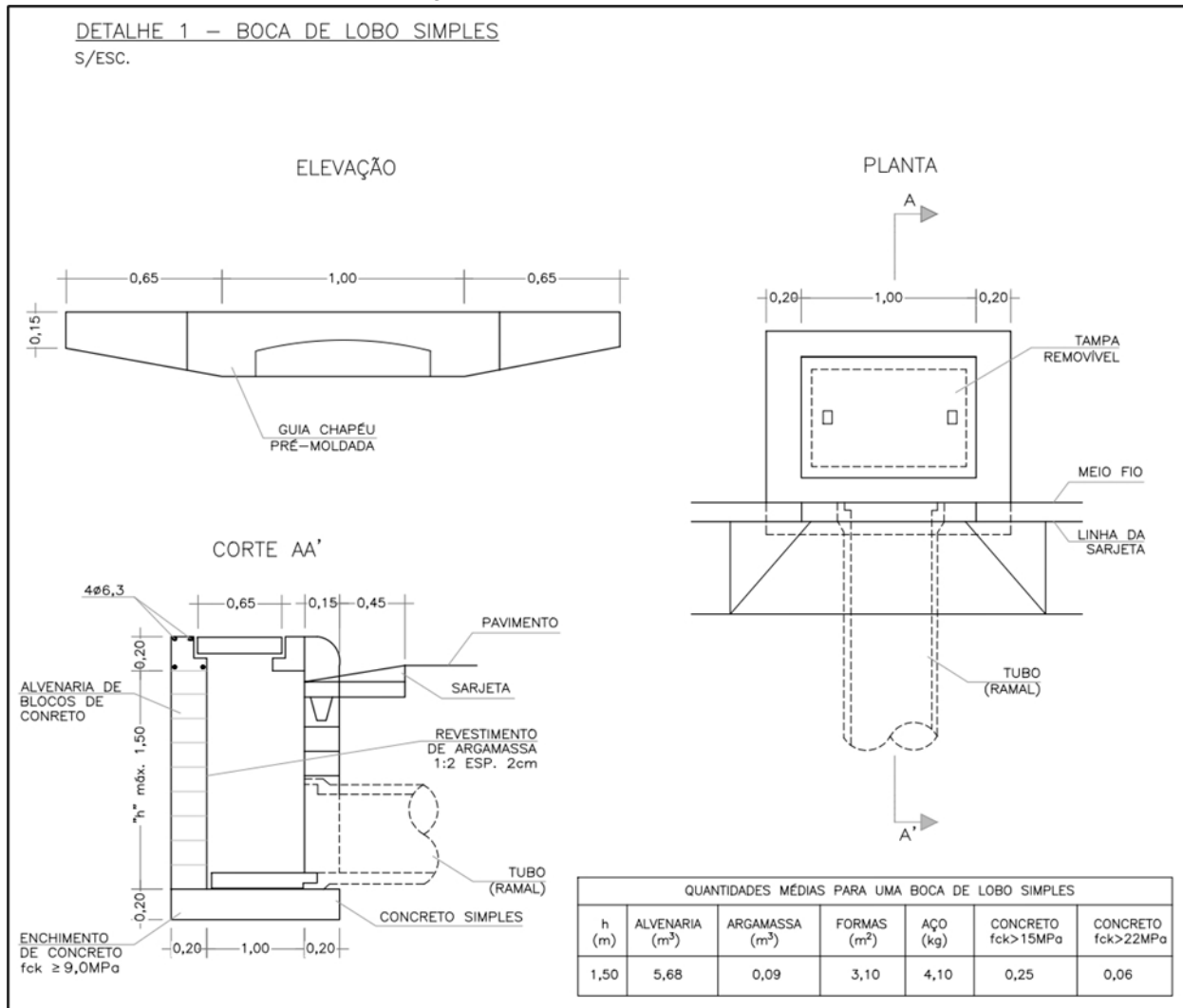
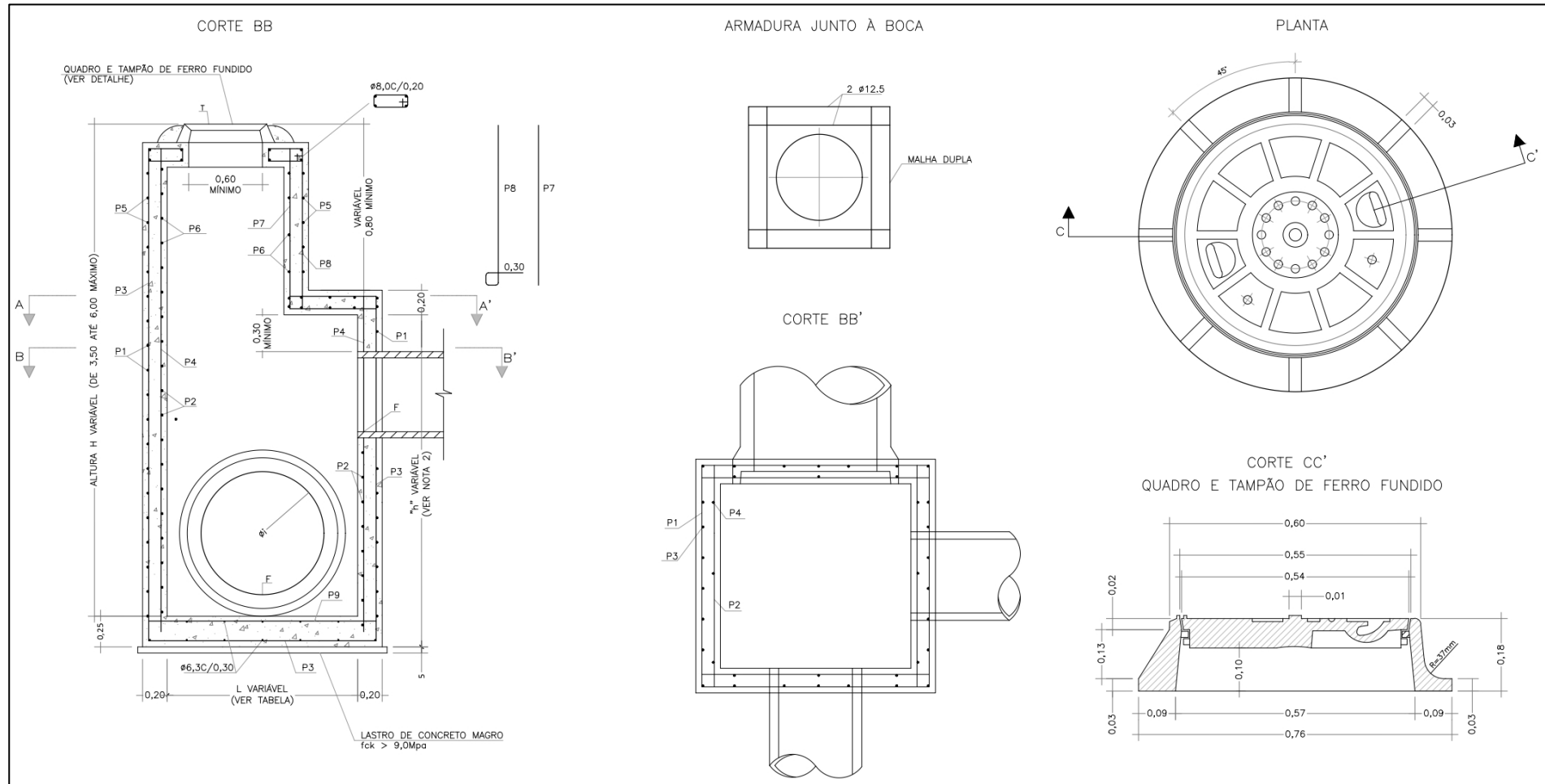
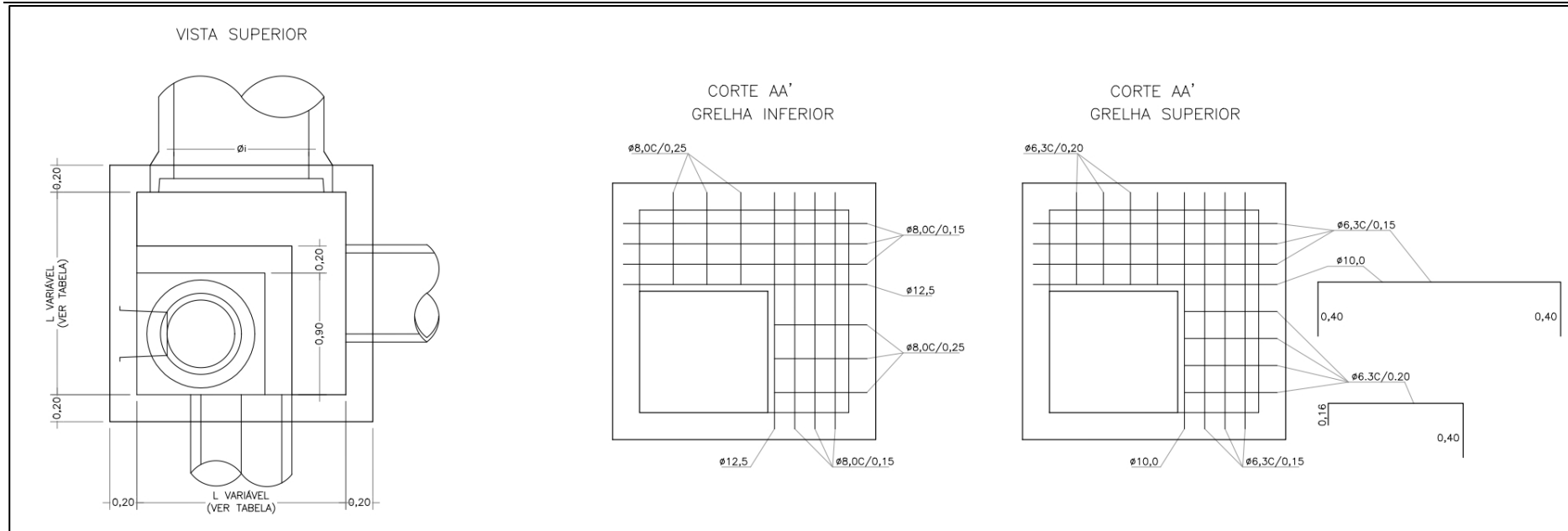


Figura 33 – Especificação Técnica do Poço de Visita Proposta





16.4. Quantitativos e Orçamentos

Com base no SINAP - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil referente ao Estado de São Paulo em dezembro de 2022, emitido no dia 18 de janeiro de 2023, foi realizado um orçamento estimativo, com valores em reais, para as a execução da microdrenagem projetada, conforme apresentado pelo Quadro 33.

Quadro 33 – Orçamento Estimativo

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO (R\$)	
				UNIT.	TOTAL
1	TUBO DE CONCRETO SIMPLES PARA AGUAS PLUVIAIS, CLASSE PS2, COM ENCAIXE PONTA E BOLSA, DIAMETRO NOMINAL DE 600 MM	M	224,134	130,37	29.220,30
2	TUBO DE CONCRETO ARMADO PARA AGUAS PLUVIAIS, CLASSE PA-3, COM ENCAIXE PONTA E BOLSA, DIAMETRO NOMINAL DE 800 MM	M	526,207	490,94	258.335,92
3	ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 600 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO).	M	224,134	95,01	21.294,93
4	ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 800 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO).	M	526,207	126,61	66.623,03
5	CAIXA COM GRELHA RETANGULAR DE FERRO FUNDIDO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,30 X 1,00 X 1,00.	UN	33	1.463,34	48.290,22
6	BASE PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA DRENAGEM, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,50 M, PROFUNDIDADE = 1,35 M, EXCLUINDO TAMPÃO.	UN	19	2.432,10	46.209,90
7	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA POCO, COM FURO E TAMPINHA, D = *0,90* M, E = 0,05 M	UN	19	134,11	2.548,09
TOTAL OBRA					472.522,39
8	PROJETO EXECUTIVO	UN	1	47.252,24	47.252,24
TOTAL GERAL					519.774,63

17. ANÁLISES BENEFÍCIO/CUSTO

Os locais onde foram propostas as ações estruturais estão inseridos nas bacias urbanas B1, B3 e B5. Conforme o Quadro 26, os custos previstos para estas bacias superam o custeio das obras. Nesse sentido verifica-se uma excelente razão custo/benefício.

18. FONTES DO RECURSO

Os projetos, planos e obras em Drenagem Urbana podem ter recursos originados do Comitê de Bacia Hidrográfica, que recebe e distribui subsídios do Fundo Estadual de Recursos Hídricos FEHIDRO, do DAEE, da ANA, da ANEEL, dos próprios municípios e da cobrança pelo uso da água.

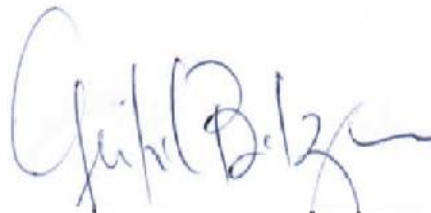
Os projetos financiáveis por meio do Comitê de Bacia devem estar previstos no Plano de Bacias e nas Metas Gerais do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2004-2008), e podem abranger tanto a UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos), como apenas um município em particular, ou um conjunto de municípios.

São fontes de recursos para implantação das ações previstas:

- Banco Mundial em articulação com os estados;
- FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente, do Ministério do Meio Ambiente, a partir de parcerias das prefeituras com Instituições de Pesquisa ou Empresas de Consultoria;
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos FEHIDRO;
- Instituições privadas e organizações não-governamentais;
- Orçamento Estadual, por meio das Secretarias de Estado (Ex.: Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística - SEMIL);
- Orçamento Federal, por meio dos órgãos: ANA, CPRM.
- Órgãos internacionais, como a Organização das Nações Unidas.

São Paulo, 28 de abril de 2023.

Responsáveis Técnicos



Eng.º Civil Gentil Balzan
Responsável Técnico
CREA - SP 0601512472



Tecn.º Marcio Lucio Gonzaga
Sócio Diretor
CREA - SP 0601315882

19. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. 2014. Koppen's Climate Classification Map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, vol. 22, 6, p. 711-728.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/351360>. Acesso em: junho de 2022.
- BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.
- BITTAR, O. Y. FREITAS, C. G. L. MACEDO. E. S., 2015. Guia Cartas Geotécnicas: Orientações Básicas. In. Omar Yazbek Bitar, Carlos Geraldo Luz de Freitas e Eduardo Soares de Macedo. IPT: instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de textos, 2005, 302p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfologia, Campinas, 9(18) : 35-64, 1969.
- COMITE DE BACIAS DO PARAÍBA DO SUL (CBH-OS). Revisão e Atualização do Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI 02 - Paraíba do Sul (2020-2023). Volume Vi - Diagnóstico (PARTE 5). São Paulo, 2021
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa geológico do Estado de São Paulo. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília, 2006. Escala 1:750.000.
- CUNHA (Município). Lei n. ° 11.122 de 06 de outubro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano do Município da Estância Climática de Cunha.
- CUNHA (Município). Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Cunha. São Paulo: Consórcio Plansan 123. 2011. Disponível em: https://smastr20.blob.core.windows.net/conesan/Cunha_AE_DU_RS_2011.pdf.
- CUNHA (Município). PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Produto VI - Versão Final Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos – outubro de 2019. São Paulo – SP: FRAL Consultoria Ltda. 2019. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1NDtluP_HEUksZMFnB2ct5neE2BAuouT_/view.

- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 2017. Relatórios de usos de recursos hídricos, cadastrados ou outorgados no DAEE - Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br>. Acesso em 2022.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE), Instituto Geológico (IG), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Serviço Geológico do Brasil (CPRM). 2005. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000. São Paulo. 119 p.
- DP-H06. Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método se “I-PAI-WU” – PMSP. 1999. Prefeitura Municipal de São Paulo.
- GOOGLE EARTH PRO - Google. “Software Google” - Município de Cunha. Acesso em 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cunha/panorama>. Acesso em: junho de 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A. Tabela 6578 Número médio de moradores, por domicílio. 2019
- IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: maio de 2022.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: maio de 2022.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A – IPT. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo. IPT, 1981. Escala 1:1.000.000.
- IPEA/ANTP – Redução das Deseconomias Urbanas pela Melhoria do Transporte Público. 1997. Rio de Janeiro.
- MOREIRA, L., RODRIGUES, V. A. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). Eletr. Eng. Florestal. Garça, v.16, n.1, p.9-21, 2010.
- NOGUEIRA, J. D. L., Amaral, R. F., 2009, Comparação Entre os Métodos de Interpolação (Krigagem e Topo to Raster) na Elaboração da Batimetria na Área da Folha Touros – RN: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14º, Natal, RN, Anais, p. 4117-4123.
- 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.

- PENNING-ROSWELL, E. C., CHATTERTON, J. B. – The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques, Farnborough, England, Saxon House. 1977. England, Saxon.
- PERROTTA, M. M. et al., 2005, Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil): CPRM, São Paulo, escala 1:750.000.
- PINTO, A. C., 2006, Classificação dos Solos in, Pinto, C. A., Curso Básico de Mecânicas dos Solos: São Paulo, Oficina de Textos, p. 63-74.
- Prince George.s County, Maryland Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. Low-Impact Development Hydrologic Analysis, July 1999.
- RIGHETTO, J. M., MENDIONDO, E. M. - Avaliação de Riscos Hidrológicos: Principais Causas, Danos e Propostas de Seguro contra Enchentes – III Simpósio de Recursos Hídricos Centro-Oeste - ABRH. 2004. Goiânia, Goiás, 20-22 Maio.
- ROSSI, M., 2017, Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Revisado e Ampliado. São Paulo, Instituto Florestal, 118 p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, 2005. 116p.
- SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/>. Acesso em: junho de 2022.
- SINAP - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_SP_122022_Desonerado. Relatório de Insumos e Composições – DEZ/22 - COM DESONERAÇÃO. Publicado em 19 de janeiro de 2023 / Formato zip / 18160 Kb. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_664
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Águas Pluviais Ano de Referência 2020 - Tabelas - Informações e Indicadores. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2020/Planilhas_AP2020.zip.
- TOMAZ, Plinio. Curso de Manejo de Águas Pluviais. São Paulo, 2016. Disponível em: http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo38.pdf.
- TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L; BARROS, M. T. Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade / UFRGS, 1995. 428p.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.



ELABORAÇÃO DO PLANO DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA/SP



ANEXO I CD - ARQUIVO DIGITAL





ELABORAÇÃO DO PLANO DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA/SP



x

x





**ELABORAÇÃO DO PLANO DE DRENAGEM
URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA/SP**



**ANEXO II
CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DE CUNHA**





**ELABORAÇÃO DO PLANO DE DRENAGEM
URBANA DO MUNICÍPIO DE CUNHA/SP**



**ANEXO III
PLANTA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM PROPOSTO**



TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, constituída em 03 de julho de 2008, tem como objetivo atender os Setores Públicos e Privados na Prestação de Serviços, Estudos, Pesquisas, Planejamento e Gerenciamento de Controle Ambiental, Estudos Topográficos, Geotécnicos, Hidrológicos, Projetos de Engenharia, Rodoviárias, Empreitada de Mão de Obra na Construção Civil, Consultoria de Movimento de Terra, Pavimentação, Irrigação, Recursos Hídricos e Saneamento.

A TCA dispõe de uma equipe de consultores independentes especializados nos diversos campos da Engenharia, Geologia e Ciências Ambientais, ao longo de vinte e sete anos de experiência técnica, já atuaram na direção, supervisão e coordenação de estudos e

projetos, tanto para indústria, como na área de planejamento territorial e grandes obras civis. Além dos serviços de empresas colegiadas que desempenham funções em áreas afins, como é o caso de estudos socioeconômicos e institucionais. Seu corpo técnico realiza os trabalhos por contratação direta, em regime de parceria ou por meio de convênios, de forma a atender amplo aspecto de demanda dos setores descritos nas suas áreas de atuação.

A Empresa é estruturada de maneira simples e direta. Gerenciada diretamente pelos seus sócios que dividem as funções administrativas e operacionais. Oferecemos autonomia e poder de decisão aos gestores dos projetos e incentivamos a formação de parcerias estratégicas.