



PLANO DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO

RELATÓRIO CONSOLIDADO

JUNHO / 2017

CONTRATO Nº. 023/2015

PLANO DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO

RELATÓRIO CONSOLIDADO

JULHO / 2017



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Sumário

Sumário	2
Lista de Figuras	11
Lista de Tabelas.....	13
Lista de Quadros	14
Apresentação	15
1. Justificativas quanto à necessidade do Plano Municipal de Drenagem	16
2. Diagnóstico ambiental do município de Campos do Jordão	18
2.1 Localização e acessos	18
2.2 Clima.....	20
2.3 Pedologia	21
2.4 Geologia e geomorfologia	24
2.5 Uso e ocupação do solo.....	29
2.6 Hidrografia	32
2.7 Vegetação e Unidades de Conservação (UCs)	37
2.8 Hipsometria.....	41
3. Diagnóstico socioeconômico do município de Campos do Jordão.....	43
3.1 População	43
3.2 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade	43
3.3 Economia	44
3.4 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	45
3.5 Nível educacional da população	45
4. Estudos Hidrológicos	47
4.1 Delimitação das bacias hidrográficas e áreas de estudo	47



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



4.2	Chuvas intensas	47
4.2.1	<i>Equação de chuva (Intensidade-Duração-Frequência)</i>	48
4.2.2	<i>Tempo de concentração</i>	48
4.2.1	<i>Lag-time</i>	49
4.3	Relação chuva-deflúvio.....	49
4.3.1	<i>Método Soil Conservation Service</i>	50
4.3.1.1	<i>Método SCS utilizando software HEC-HMS</i>	51
5.	Estudos Hidráulicos	57
5.1	Modelo digital do terreno utilizando o programa HEC-GeoRAS	57
5.2	Hidráulica de canais.....	60
5.3	Hidráulica de pontes, travessias e bueiros.....	61
6.	Cenários Hidrológicos	64
6.1	Cenário atual.....	64
6.1.1	<i>Passagem 1 – Ponte na Avenida Capitão Tassaburu</i>	67
6.1.2	<i>Passagem 2 – Ponte na Rua Ana Maria da Costa</i>	67
6.1.3	<i>Passagem 3 – Ponte entre Rua Ana Maria da Costa e Avenida Capitão Tassaburu</i>	68
6.1.4	<i>Passagem 4 – Ponte na Rua Sagrada Família</i>	68
6.1.5	<i>Passagem 5 – Ponte na Avenida Mateus da Costa Pinto</i>	68
6.1.6	<i>Passagem 6 – Ponte na Rua Cristine Correa</i>	69
6.1.7	<i>Passagem 7 – Ponte na Rua Oitenta e Cinco</i>	69
6.1.8	<i>Passagem 8 – Ponte na Rua Emílio Rosa</i>	70
6.1.9	<i>Passagem 9 – Ponte na Rua Orestes Girardi</i>	70
6.1.10	<i>Passagem 10 – Ponte na Avenida Dr. Januário</i>	70
6.1.11	<i>Passagem 11 – Ponte na Travessa Benedito da Costa Manso</i>	71



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.12	Passagem 12 – Ponte na Travessa Alcides Pereira da Silva	71
6.1.13	Passagem 13 – Ponte na Rua Maria Augusta Teixeira	72
6.1.14	Passagem 14 – Ponte do Mercado Municipal	72
6.1.15	Passagem 15 – Ponte na Rua Dr. Adhemar Pereira de Barros	72
6.1.16	Passagem 16 – Ponte na Travessa Maurício Comoglio	73
6.1.17	Passagem 17 – Ponte na Rua Dr. Reid	73
6.1.18	Passagem 18 – Passarela de Pedestres sobre o Córrego Capivari	73
6.1.19	Passagem 19 – Ponte na Rua Francisco de Oliveira	74
6.1.20	Passagem 20 – Ponte na Rua Frei Orestes Girardi	74
6.1.21	Passagem 21 – Ponte da Linha Férrea	75
6.1.22	Passagem 22 – Ponte na Rua Dr. Januário Miraglia	75
6.1.23	Passagem 23 – Ponte na Rua Neme S. Najjar	75
6.1.24	Passagem 24 – Ponte na Rua Amadeu Carletti Jr.	76
6.1.25	Passagem 25 – Passarela de Pedestres sobre o Capivari	76
6.1.26	Passagem 26 – Ponte na Alameda 20	77
6.1.27	Passagem 27 – Ponte na Rua Renato Ribeiro	77
6.1.28	Passagem 28 – Ponte na Avenida José de Oliveira Damas	77
6.1.29	Passagem 29 – Ponte na Rua Raphael Pelegrino Gianotti	78
6.1.30	Passagem 30 – Ponte na Praça Castro Alves	78
6.1.31	Passagem 31 – Ponte na Rua Três Chaminés	79
6.1.32	Passagem 32 – Ponte na Alameda das Grinaldas	79
6.1.33	Passagem 33 – Ponte na Avenida Engenheiro Prudente de Moraes	79
6.1.34	Passagem 34 – Ponte na Rua Profª Dora L. Richier	80
6.1.35	Passagem 35 – Ponte na Rua Escócia	80
6.1.36	Passagem 36 – Ponte da Represa Itatinga	81



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.37	Passagem 37 – Ponte na Monte Carlo, próxima à Represa Itatinga	81
6.1.38	Passagem 38 – Ponte entre a Rua Monte Carlo e a Rua Epaminondas de Paula Freitas	81
6.1.39	Passagem 39 – Ponte na Rua Comendador José Schafer	82
6.1.40	Passagem 40 – Ponte na Rua 1	82
6.1.41	Passagem 41 – Ponte na Rua Rômulo F. Beré	83
6.1.42	Passagem 42 – Rua Pedro Vicente Junior	83
6.1.43	Passagem 43 – Avenida José M. Gonçalves	83
6.1.44	Passagem 44 – Rua Dr. Djalma Forjaz	84
6.2	Cenário tendencial	84
6.3	Cenários Alternativos	87
6.3.1	Reservatórios de detenção	88
6.3.2	Modificação da calha do rio	90
6.3.2.1	Trecho 1 – Canal retangular em concreto, entre a rua Cristiane Correa (Vila Matilde) e travessa Alcides Pereira da Silva (Abernéssia).	91
6.3.2.2	Trecho 2 – Canal retangular em concreto, entre a travessa Alcides Pereira da Silva (Abernéssia) e rua Francisco C. de Oliveira (Vila Thelma).	91
6.3.2.3	Trecho 3 – Canal retangular em concreto, entre a rua Francisco C. de Oliveira (Vila Thelma) e rua Neme S. Najar (Vila Jaguaribe).	91
6.3.2.4	Trecho 1 – Canal trapezoidal sem revestimento, entre a rua Neme S. Najar (Vila Jaguaribe) e a avenida José M. Gonçalves (Parque Central).	92
6.3.2.5	Trecho 2 – Canal trapezoidal sem revestimento, entre a avenida José M. Gonçalves (Parque Central) e a Alameda das Grinaldas (Residência Jardim Vêu da Noiva).	92
6.3.3	Adequação de travessias	93
6.3.3.1	Ponte 1 – Ponte na Avenida Capitão Tassaburu, no córrego Piracuama	93



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.3.3.2	Ponte 14 – Ponte do Mercado Municipal, no ribeirão Capivari	93
6.3.3.3	Ponte 16 – Ponte na Travessa Maurício Comoglio	93
6.3.3.4	Ponte 19 – Ponte na Rua Francisco de Oliveira	93
6.3.3.5	Ponte 24 – Ponte na Rua Amadeu Carletti Jr.	94
6.3.3.6	Ponte 26 – Ponte na Alameda 20	94
6.3.3.7	Ponte 30 – Ponte na Praça Castro Alves.....	94
6.3.3.8	Ponte 31 – Ponte na Rua Três Chaminés	94
6.3.3.9	Ponte 33 – Ponte na Avenida Engenheiro Prudente de Moraes	94
6.3.4	Infiltração	95
6.3.5	Interceptação Vegetal	95
6.3.6	Parque Linear	96
6.3.7	Diques e Polders.....	96
6.3.8	Resultado das modelagens com adoção de Medidas estruturais para controle de cheias97	
7.	Mapeamento das áreas de inundação.....	103
7.1	Cenário Atual	103
7.2	Cenário Tendencial	103
7.3	Cenário Alternativo	104
8.	Anteprojeto das Medidas estruturais	105
9.	Medidas não estruturais	106
9.1	Caracterização institucional do município	106
9.2	Recomendações de aprimoramento institucional	107
9.2.1	Legislação municipal.....	107
9.2.1.1	Zoneamento do uso e ocupação do solo	108
9.2.1.2	Transferência do direito de construir	108



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



9.2.1.3	<i>Outorga onerosa do direito de construir</i>	108
9.2.1.4	<i>Direito de preempção</i>	109
9.2.1.5	<i>Lei de uso e ocupação do solo</i>	109
9.2.2	<i>Meios de comunicação</i>	109
9.2.2.1	<i>Acesso às informações do sistema de gestão</i>	110
9.2.2.2	<i>Canal de atendimento ao público</i>	110
9.2.3	<i>Banco de dados do sistema de drenagem</i>	110
9.2.4	<i>Gestão e fiscalização dos serviços de saneamento</i>	111
9.2.5	<i>Indicadores para monitoramento do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</i>	111
9.2.5.1	<i>Índice de pontos de inundação</i>	111
9.2.5.2	<i>Índice de área(s) alagada(s)</i>	112
9.2.5.3	<i>Índice de cobertura de manutenção de estruturas de drenagem</i>	112
9.2.5.4	<i>Índice de domicílios atingidos por alagamentos por ano</i>	113
9.2.5.5	<i>Índice de pontos de deslizamento por ano</i>	114
9.2.5.6	<i>Índice de domicílios atingidos por deslizamentos por ano</i>	114
9.2.5.7	<i>Percentual de APP's de margens de cursos d'água preservadas</i>	114
9.2.5.8	<i>Percentual de áreas impermeabilizadas</i>	115
9.2.5.9	<i>Índice de cobertura de microdrenagem</i>	116
9.2.5.10	<i>Índice de erosão</i>	116
9.3	<i>Construções à prova de enchentes</i>	117
9.4	<i>Seguro enchente</i>	117
9.5	<i>Educação ambiental</i>	117
9.6	<i>Sistema de alerta e previsão de inundações</i>	118
10.	Estimativa de quantitativo e de custo das medidas estruturais	120
11.	Métodos construtivos	121



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



11.1	Canalização do ribeirão Capivari	121
11.2	Construção e adequação de barragens e reservatórios	124
11.3	Estruturas de Gabião	130
11.3.1	Agulhamento em rachão / pedra de mão	130
11.3.2	Preparação do gabião	130
11.3.3	Montagem dos gabiões	131
11.3.4	Enchimento	132
11.3.5	Fechamento	133
11.3.6	Geotêxtil	133
11.3.7	Tela	133
11.3.8	Drenos	134
11.3.9	Revestimento	134
11.4	Estabilidade de encostas	134
11.4.1	Solo Grampeado	134
11.5	Concreto	139
11.5.1	Preparo do Concreto	140
11.5.2	Transporte	140
11.5.3	Formas	140
11.5.4	Armaduras	141
11.5.5	Lançamento	142
11.5.6	Adensamento	142
11.5.7	Cura	142
11.5.8	Drenos	143
11.6	Vias pavimentadas	143
11.6.1	Camadas de Concreto Betuminoso Usinado a Quente	143



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



11.6.2	Imprimações Betuminosas	144
11.6.3	Preparo do Subleito do Pavimento	145
11.7	Rede de drenagem de águas pluviais	145
11.7.1	Escavação	147
11.7.2	Escoramentos	148
11.7.3	Assentamento da Rede	149
11.7.4	Tubulações em Concreto	150
11.7.5	Construção de Bocas de Lobo e Poços de Visita	150
11.8	Demolição, remoção e reconstrução das interferências existentes	151
11.8.1	Interferência com postes da rede de energia elétrica	151
11.8.2	Interferência com travessias aéreas da rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário	151
11.8.3	Interferência com rede de esgotamento sanitário	151
11.8.4	Passeio	152
11.8.5	Plantio de mudas	152
12.	Análise benefício custo	154
12.1	Custo de indenização dos prejuízos das enchentes	154
12.1.1	Custos de indenização – Trecho 1	156
12.1.2	Custos de indenização – Trecho 2	157
12.1.3	Custos de indenização – Trecho 3	158
12.1.4	Custos de indenização total	159
13.	Seleção e justificativa de alternativa	160
13.1	Custos das obras	160
13.1.1	Custos de manutenção	161
13.1.2	Custos de desapropriação	161



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



13.2	Análise da alternativa 1.....	163
13.2.1	Análise Técnica.....	163
13.2.2	Análise Ambiental	163
13.2.3	Análise Econômica	164
13.3	Análise da alternativa 2.....	164
13.3.1	Análise Técnica.....	164
13.3.2	Análise Ambiental	165
13.3.3	Análise Econômica	165
13.4	Análise da alternativa 3.....	166
13.4.1	Análise Técnica.....	166
13.4.2	Análise Ambiental	166
13.4.3	Análise Econômica	167
13.5	Comparação e seleção de alternativa.....	167
14.	Legislação ambiental aplicável.....	170
15.	Definição das áreas de influência das intervenções	175
16.	Avaliação de Impactos ambientais.....	177
17.	Referências.....	188
18.	Anexos	194



Lista de Figuras

Figura 1 – Localização de Campos do Jordão e de seus municípios limítrofes	19
Figura 2 – Características climáticas do município de Campos do Jordão.	20
Figura 3 – Mapa pedológico do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais	22
Figura 4 – Mapa das áreas de riscos de deslizamentos na malha urbana de Campos do Jordão	23
Figura 5 – Geologia do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais	27
Figura 6 – Geomorfologia do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais	28
Figura 7 – Mapa de uso e ocupação do solo de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais	31
Figura 8 – Unidades hidrográficas principais e sua localização em relação aos municípios da UGRHI 1	32
Figura 9 – Hidrografia do município de Campos do Jordão e localização das medidas estruturais	34
Figura 10 – Pontos de captação e lançamento na UGRHI 1	36
Figura 11 – Vegetação e UCs presentes em Campos do Jordão e localização das medidas estruturais	40
Figura 12 – Hipsometria do município de Campos do Jordão e localização das medidas estruturais	42
Figura 13 – Representação da bacia hidrográfica do ribeirão Capivari no software HEC- HMS	52
Figura 14 – Cobertura do solo da bacia do ribeirão Capivari – cenário atual. Fonte: AECJ (2015).	53
Figura 15 – Modelo digital do terreno da bacia do rio Capivari	58
Figura 16 – Definição do traçado do rio, bordas e seções transversais	59
Figura 17 - Gráfico Vazão x Tempo demonstrando o hidrograma amortecido	89
Figura 18 - Impacto da construção do dique	97



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Figura 19 – Redução de pico de vazão no Reservatório Itatinga	98
Figura 20 - Redução de pico de vazão no Reservatório Vila Inglesa	99
Figura 21 – Ribeirão Capivari nos trechos com APP degradada.....	122
Figura 22 – Implantação do coletor de esgotos projetado e desativação do coletor existente	122
Figura 23 – Ensecadeiras para construção de um lado do canal e reaterro	123
Figura 24 – Conclusão do canal, reaterro e plantio de mudas	123
Figura 25 – Representação da escavação das áreas de reservação	125
Figura 26 – Construção da barragem (1º etapa)	127
Figura 27 – Construção da barragem (2º etapa)	128
Figura 28 – Conclusão da obra da barragem	129
Figura 29 – Exemplo de aplicação de solo grampeado	135
Figura 30 – Fases construtivas.....	135
Figura 31 – Exemplo de um chumbador.....	136
Figura 32 – Lançamento do concreto projetado	137
Figura 33 – Revestimento com grama do solo grampeado	138
Figura 34 – Drenos profundos	138
Figura 35 – Drenos de superfície	139
Figura 36 - Adequação do sistema de drenagem – Etapa 1	146
Figura 37 - Adequação do sistema de drenagem – Etapa 2	146
Figura 38 – Método para desativação de trecho de rede	147
Figura 39 - Detalhe de pontaleamento. Fonte: ABNT - NBR 12266	149
Figura 40 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 1	156
Figura 41 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 2	157
Figura 42 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 3	158



Lista de Tabelas

Tabela 1 – valores de CN	54
Tabela 2 – parâmetros para aplicação do HEC-HMS, cenário atual	55
Tabela 3 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário atual.....	64
Tabela 4 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário tendencial	85
Tabela 5 – Critérios de escavação dos reservatórios existentes	89
Tabela 6 – Simulação do Reservatório Itatinga	90
Tabela 7 – Simulação do Reservatório Vila Inglesa	90
Tabela 8 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário alternativo	99
Tabela 9 – Precipitações críticas do município.....	118
Tabela 10 – Custo dos imóveis em Áreas Inundáveis	155
Tabela 11 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 1	156
Tabela 12 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 2	157
Tabela 13 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 3	158
Tabela 14 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's	159
Tabela 15 - Custos de manutenção das Alternativas (R\$)	161
Tabela 16 - Custos de desapropriação para construção do canal do ribeirão Capivari – Alternativa 1.....	162
Tabela 17 - Custos de desapropriação para construção do canal do ribeirão Capivari – Alternativa 2.....	162
Tabela 18 – Composição dos custos da Alternativa 1.....	164
Tabela 19 – Composição dos custos da Alternativa 2.....	165
Tabela 20 –Custos das Alternativas propostas	167
Tabela 21 - Matriz de Análise Qualitativa das Alternativas	168



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Lista de Quadros

Quadro 1 – Uso e ocupação do solo de Campos do Jordão	29
Quadro 2 – Localização das medidas estruturais de acordo com as zonas a serem atingidas	30
Quadro 3 – Demanda total outorgada	35
Quadro 4 – Resultados bimestrais e média anual do IQA do rio Sapucaí-Guaçu em 2015	35
Quadro 5 – Intervalo de valores e avaliação de IQA	36
Quadro 6 – Informações do setor educacional no município de Campos do Jordão.....	46
Quadro 7 - Nota atribuída às condições dos canais quanto à manutenção	113
Quadro 8 – Definição dos parâmetros de avaliação dos impactos ambientais passíveis de ocorrerem	183



Apresentação

O presente documento apresenta o Relatório Consolidado, referente ao “Plano de Drenagem do Município de Campos do Jordão”.

Trata-se do contrato nº 023/2015, firmado entre a **PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DO JORDÃO** e a **SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. EPP**, com sede na cidade de São Carlos, à Rua Padre Teixeira, nº 1772 e registrada no CNPJ/MF sob o nº 68.320.217/0001-12.

Este relatório é dividido nas seguintes partes:

- Diagnósticos ambientais e socioeconômicos do município;
- Estudos e modelagens hidrológicas;
- Estudos e modelagens hidráulicas;
- Cenários Hidrológicos;
- Mapeamento das áreas de inundação;
- Anteprojeto das medidas estruturais;
- Medidas não estruturais;
- Estimativa de quantitativos e custos das medidas estruturais;
- Métodos Construtivos;
- Análise Benefício – custo;
- Seleção e justificativa de alternativa;
- Avaliação de impactos ambientais.



1. Justificativas quanto à necessidade do Plano Municipal de Drenagem

O zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Campos do Jordão, instituído pela Lei Municipal nº 3.049/07 de 02 de maio de 2007, delimita as áreas com diferentes classificações de usos do solo e indica critérios e parâmetros para a ocupação sustentável, tanto da área urbana como da zona rural do município.

No que se refere ao sistema de drenagem de águas pluviais, essa lei determina que sejam preservadas áreas ditas como “não edificáveis”, onde também poderão ser implantados dispositivos e obras de infraestrutura para adequação dos canais de drenagem e da condução das águas de chuva, buscando prevenir inundações e deslizamentos de solo.

O Plano Diretor do Município de Campos do Jordão, instituído pela Lei nº 2.737 de 2 de maio de 2003, indica, dentre outros objetivos, a necessidade de garantir condições adequadas de drenagem e de implementar ações para a recuperação de encostas no município. Prevê ainda as seguintes ações que apresentam relação com o presente Plano de Drenagem e que fundamentam a proposição de medidas para controle de cheias:

- ✓ Preservar as condições ambientais.
- ✓ Garantir a drenagem adequada das águas.
- ✓ Conservar o solo.
- ✓ Recuperar encostas degradadas.
- ✓ Melhorar as condições do tráfego, adequando as necessidades do município a um cenário futuro.
- ✓ Estabelecer vias de circulação não motorizada.
- ✓ Criar áreas de interesse social destinadas à habitação popular.
- ✓ Urbanizar ocupações irregulares, arborizar as vias existentes e solucionar a situação das moradias em áreas de risco.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Este documento de gestão municipal indica também a necessidade da instituição de programas específicos destinados ao controle de águas pluviais e de processos erosivos.

O Plano de Saneamento Básico de Campos do Jordão, cujo horizonte de planejamento abrangeu o período entre os anos de 2007 e 2037, indica que as estruturas de macrodrenagem apresentam pontos de assoreamento e seções de estrangulamento que prejudicam o funcionamento do sistema de drenagem municipal. Mostrou ainda que essas estruturas apresentavam-se em estado inadequado de conservação patrimonial, apesar das manutenções realizadas pela Prefeitura Municipal.

Estes e outros estudos, assim como alguns instrumentos legais avaliados no presente plano, indicam a necessidade de estudos mais aprofundados relacionados ao controle de enchentes, problemas de inundações e de deslocamentos de massa e escorregamento de solos que ocorrem no município.

Assim, o presente Plano Municipal de Drenagem (PMD) de Campos do Jordão vem responder a estas indicações apresentando um estudo mais detalhado sobre as inadequações do sistema de drenagem do município e indicando as obras necessárias para sua adequação, de forma a prevenir ou controlar eventos de enchentes, inundações e deslizamentos de encostas que ocorrem no município.



2. Diagnóstico ambiental do município de Campos do Jordão

2.1 Localização e acessos

O município de Campos do Jordão localiza-se na porção leste do estado de São Paulo, na Serra da Mantiqueira. Limita-se ao norte com os municípios de Delfim Moreira, Piranguçu e Wenceslau Braz (todos de MG), a leste com Guaratinguetá, a oeste com São Bento do Sapucaí e ao sul com Pindamonhangada e Santo Antônio do Pinhal (todos de SP). Encontra-se nas coordenadas 22° 41' 15"S e 45° 33' 45" W.

O principal acesso ao município, a partir da capital (São Paulo), é feito pelas rodovias Ayrton Senna, Carvalho Pinto e Floriano Rodrigues Pinheiro. A distância entre São Paulo e Campos do Jordão é de 170 km.

A Figura 1 apresenta a localização do município e de seus municípios limítrofes na microrregião de Campos do Jordão, no estado de São Paulo.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

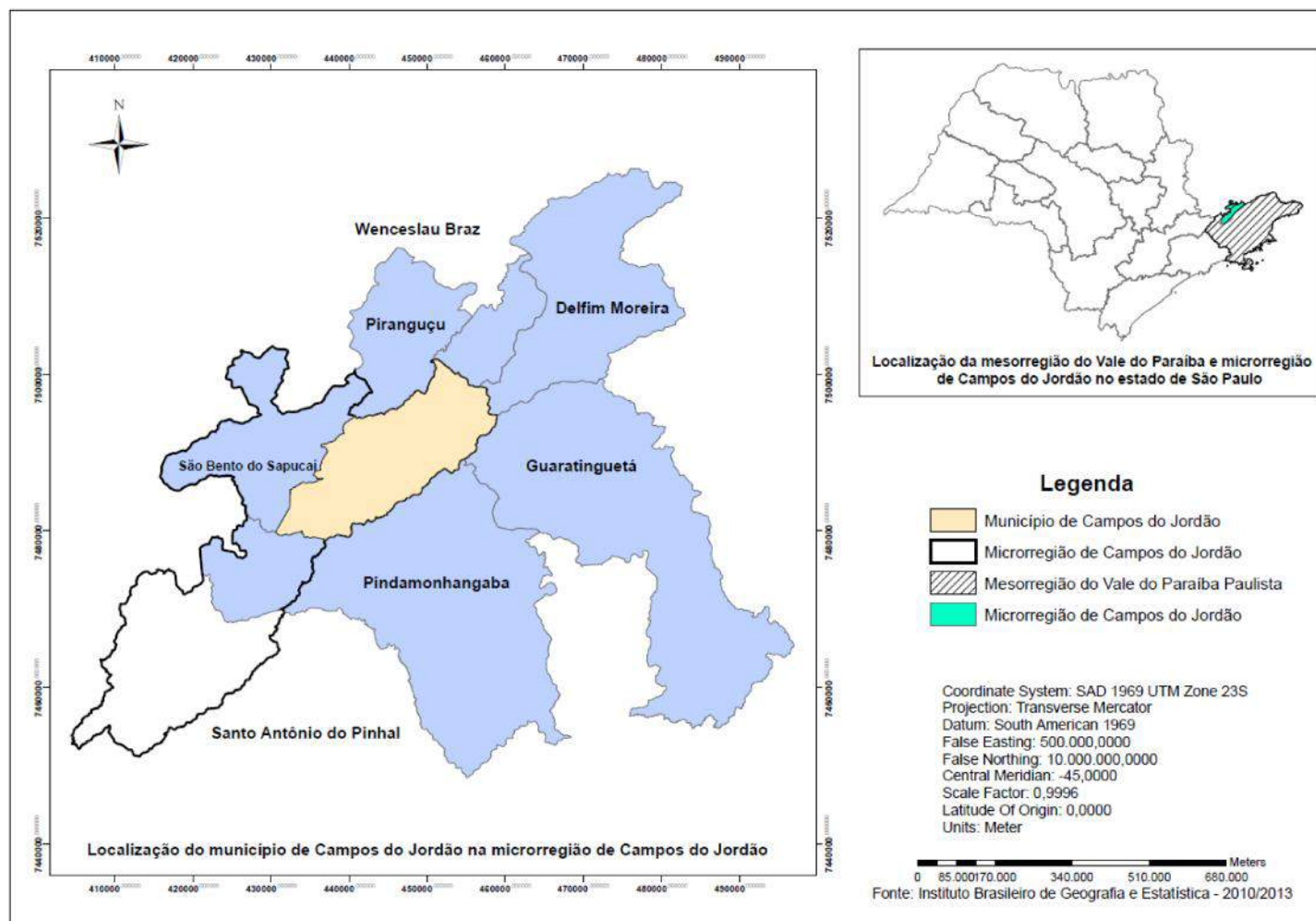


Figura 1 – Localização de Campos do Jordão e de seus municípios limítrofes

2.2 Clima

De acordo com a classificação de Koppen e Geiger, o tipo climático de Campos do Jordão corresponde ao Cfb (temperado com verão ameno). As chuvas são distribuídas uniformemente ao longo do ano e não há estação seca. Apesar de estar localizado na Zona Tropical, o clima local possui características de subtropicalidade, devido à influência da altitude (CLIMATE-DATA, 2016).

A temperatura média anual é de 13,6°C, em que a média da máxima equivale a 16,8°C (média de janeiro) e a média da mínima equivale a 9,6°C (média de junho), sendo a variação equivalente a 7,2°C durante o ano. A precipitação média anual é de 1.797 mm (CLIMATE-DATA, 2016).

Ocorrem geadas severas e frequentes em um período médio de 10 a 25 dias anualmente (CLIMATE-DATA, 2016). A Figura 2 apresenta as características climáticas do município de Campos do Jordão.

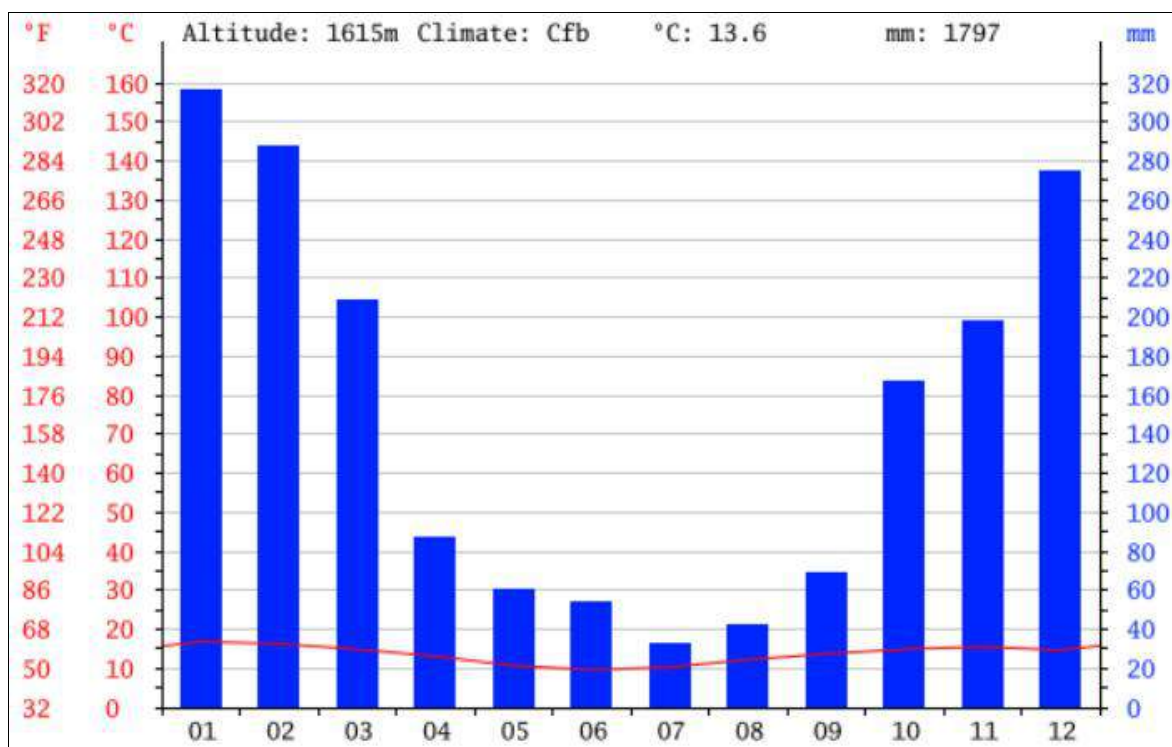


Figura 2 – Características climáticas do município de Campos do Jordão.

Fonte: Climate data (2016)



2.3 Pedologia

Os solos encontrados na região podem ser classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo álico A (LVA9 e LVA18) e Cambissolo Háplico (Figura 3). Os primeiros encontram-se em menores proporções do território municipal, apresentam solos com horizonte B latossólico e estão associados aos relevos plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados e muito profundos. A cor e a textura podem variar dependendo da quantidade de óxidos de ferro presentes em sua composição. São solos que sofrem forte ação do intemperismo e, por isso, apresentam morfologia uniforme ao longo do perfil, com pequeno escurecimento na camada superficial, mais rica em matéria orgânica. Por conta disso, frequentemente são utilizados para fins agropecuários (AGEITEC, 2014).

As medidas estruturais propostas no presente estudo estão localizadas sobre o Cambissolo Háplico, conforme pode ser verificado na Figura 3. Esse tipo de solo é encontrado em relevos forte ondulados ou montanhosos e não apresenta horizonte superficial A húmico. Geralmente são pouco desenvolvidos, com presença de minerais primários e horizonte diagnóstico B incipiente, com baixa (distróficos) ou alta (eutróficos) saturação por bases, de baixa a alta atividade da argila.

Variam de pouco profundos a profundos, sendo normalmente de baixa permeabilidade. A fertilidade natural é variável e existe limitação de usos por conta do relevo com declives acentuados e pela ocorrência de rochas na massa do solo.

De maneira geral, a cobertura pedológica presente na região é porosa e permeável, a qual pode se tornar instável na época de maior pluviosidade. Esta instabilidade deve-se principalmente ao tamanho dos grãos, a distribuição das chuvas, declividade do terreno, comprimento e formas das encostas, além do tipo de cobertura vegetal. Dessa maneira, o solo tem pré-disposição a sofrer deslizamentos e movimentos, os quais acarretam em processos erosivos e no assoreamento dos corpos d'água (IBGE, 2010).

O Plano de Bacia da UGHRI – 1 apresenta um mapa das áreas de risco de deslizamentos na área urbana de Campos do Jordão (Figura 4), na qual as áreas em verde se referem a risco baixo, em amarelo representam risco médio, em laranja risco alto e em vermelho risco muito alto.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

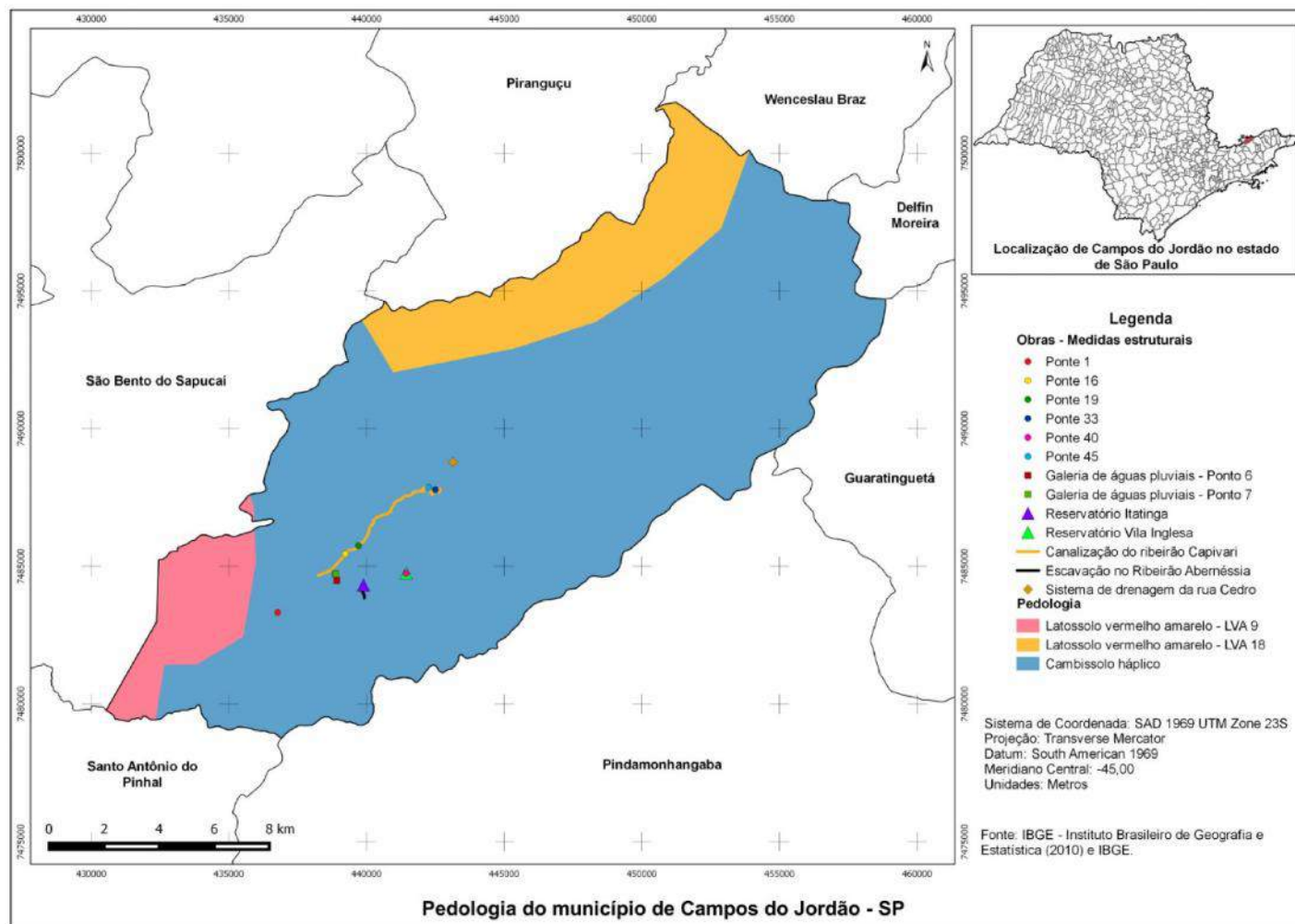


Figura 3 – Mapa pedológico do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

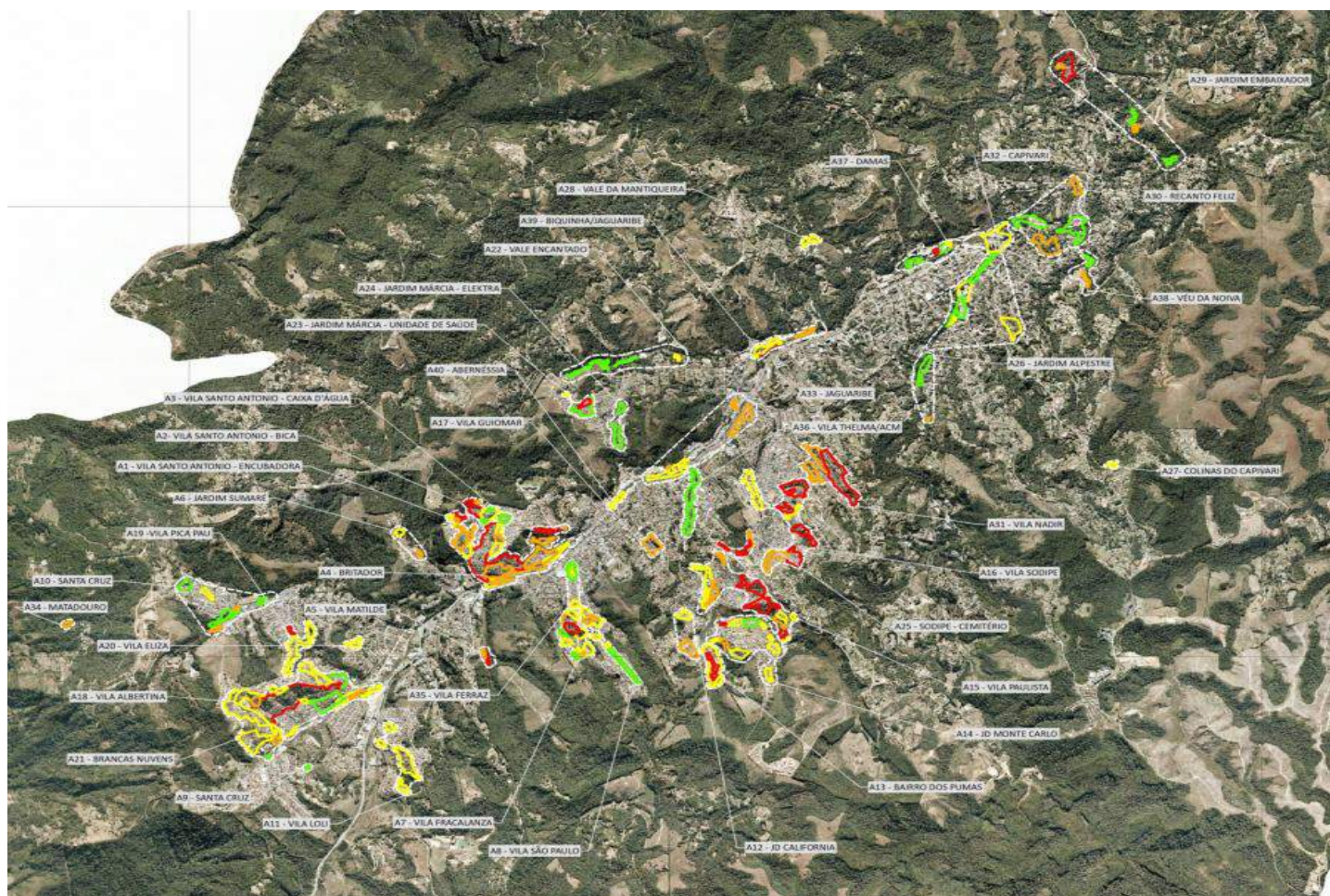


Figura 4 – Mapa das áreas de riscos de deslizamentos na malha urbana de Campos do Jordão

Fonte: –IG e CEDEC (2014)



2.4 Geologia e geomorfologia

Entre as formações geológicas presentes na área do município, estão as Suítes Graníticas Campos do Jordão, Serra do Alto da Pedra e Serra Preta. Nessas áreas, o embasamento cristalino é constituído por grande quantidade de rochas granitóides. São identificadas várias suítes, dependendo de sua estruturação interna e da relação temporal ou geográfica com as grandes estruturas que compartimentam a região.

A formação Pico de Itapeva ocorre à sudeste da escarpa da Serra da Mantiqueira, onde se encontra espesso pacote de metassedimentos, cujos contatos da faixa de exposição são tectônicos, tanto na borda noroeste como na borda sudeste. A primeira apresenta rochas metamórficas com composição granada-biotita-muscovita, localmente feldspáticos, rochas metabásicas e granitos porfiríticos intrusivos; já na segunda, nota-se uma zona de cisalhamento reversa, com forte componente transcorrente, que deforma o pacote epimetamórfico, tornando difícil a sua distinção dos gnaisses locais (JULIANI, 1990).

O preenchimento da Bacia Pico de Itapeva engloba três unidades dispostas em faixas paralelas (JULIANI, 1990): um pacote basal, composto por metaconglomerados polimíticos, constituídos por seixos e matacões arredondados, dispostos em uma matriz arcoseana, perfazendo, no total, mais de 700 m de espessura; um pacote intermediário, constituído essencialmente por metarcóseos, localmente intercalados com metarenitos e metassiltitos feldspáticos, em contatos gradacionais e interdigitados com as unidades inferior e superior, de espessura variando entre 200 e 500 m; e um pacote superior, compreendendo cerca de 150 m de metassiltitos a metarenitos arcoseanos finos, com lentes de metapelitos, apresentando estruturas com estratificação cruzada, de dimensões até decimétricas, as quais indicam a ocorrência de tempestades durante o processo de sedimentação (CPRM, 2008).

O Complexo Varginha-Guaxupé, unidade paragnáissica migmatítica superior, consiste em metassedimentos migmatíticos com anatexia (processo de fusão de rochas pré-existent) decrescente em direção ao topo. Trata-se de rochas compostas por cordierita, granada, silimanita e biotita gnaiss, que crescem para o topo a mica xisto com leucossoma a muscovita restrito. Reconhece-se ainda, sobrejacente à unidade metapelítico-aluminosa basal, sequência metapsamítica com metacarbonato e gnaiss calcissilicático. Ocorrem intercalações de gnaiss básico-intermediário e



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



metabásicas, nebulito gnáissico-granítico e ortognaisses intrusivos (CAMPOS NETO, 1991).

Os metassedimentos possuem uma foliação regional, de segunda geração, superimposta a um bandamento gnáissico pretérito. Já nos neossomas, a foliação regional é primária e contemporânea ao metamorfismo principal na Nappe Socorro-Guaxupé (CAMPOS NETO, 1991).

O Complexo Varginha-Guaxupé, unidade ortognáissica migmatítica intermediária, caracteriza-se pela composição granítica, granodiorítica, sienítica e monzonítica, em contato com corpos de granito gnáissico anatóxico metaluminoso, gerado por fusão parcial de estratos desenvolvidos abaixo da crosta terrestre. Abrangem migmatito estromático a mesossoma gnáissico de composição diorito-tonalítica, leucossomas e melanossomas ferro-magnesianos. O granito gnáissico contém enclaves de gnaiss diorito-monzodiorítico, xenólitos de gnaiss calcissilicático e lentes de sillimanita-cordierita metapelito. Além disso, ocorrem corpos de granitóides peraluminosos.

A anatexia na unidade intermediária desenvolveu-se sob condições de temperatura muito alta (até 850°C) e de média-baixa pressão, associada à fusão por desidratação de biotita em níveis crustais intermediários (CAMPOS NETO, 2000).

Geomorfologia é a ciência que estuda as formas da superfície da terra e sua evolução. Campos do Jordão localiza-se no planalto que se desenvolve no reverso da Serra da Mantiqueira, em uma subzona denominada Planalto de Campos do Jordão, cuja gênese está vinculada aos vários ciclos de dobramentos com metamorfismo regionais, falhamentos e intensas intrusões. A altitude média, em relação ao nível do mar, é de 1600 m.

Os planaltos caracterizam-se por conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, onde os processos de erosão são mais frequentes do que os de sedimentação. As serras constituem relevos acidentados, constituídas por diversos tipos de rochas, as quais formam as cristas ou as bordas escarpadas de planaltos (IBGE, 2013).

As escarpas serranas são faixas de transição entre dois padrões de relevo, e apresentam uma configuração montanhosa, muito acidentada, cujo desnivelamento é de, no mínimo, 300 m (às vezes, ultrapassam 2.000 m). Apresentam alta densidade de



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



drenagem, além de vertentes muito íngremes e dissecadas, com geometria retilíneo-côncava. Há ocorrência frequente de vertentes escarpadas com gradientes muito elevados e paredões rochosos subverticais (IBGE, 2013).

As montanhas constituem um tipo de relevo muito acidentado, onde predominam vertentes retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresenta amplitudes de relevo e declividades elevadas e alta densidade de drenagem (IBGE, 2013). A caracterização da geologia e geomorfologia presentes no município foi realizada com base na Figura 5 e na Figura 6, respectivamente, as quais também apresentam a localização das medidas estruturais a serem realizadas.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

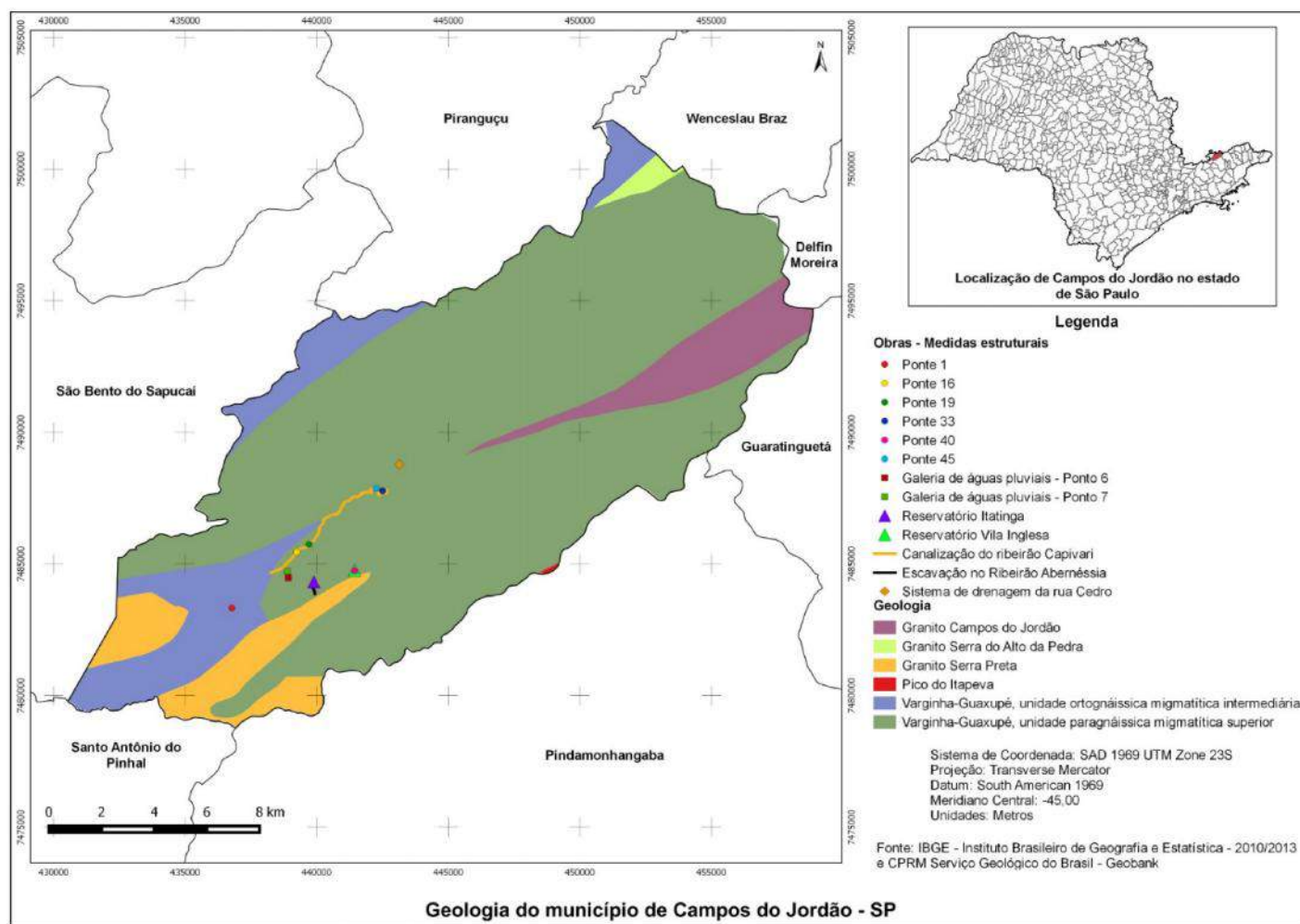


Figura 5 – Geologia do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

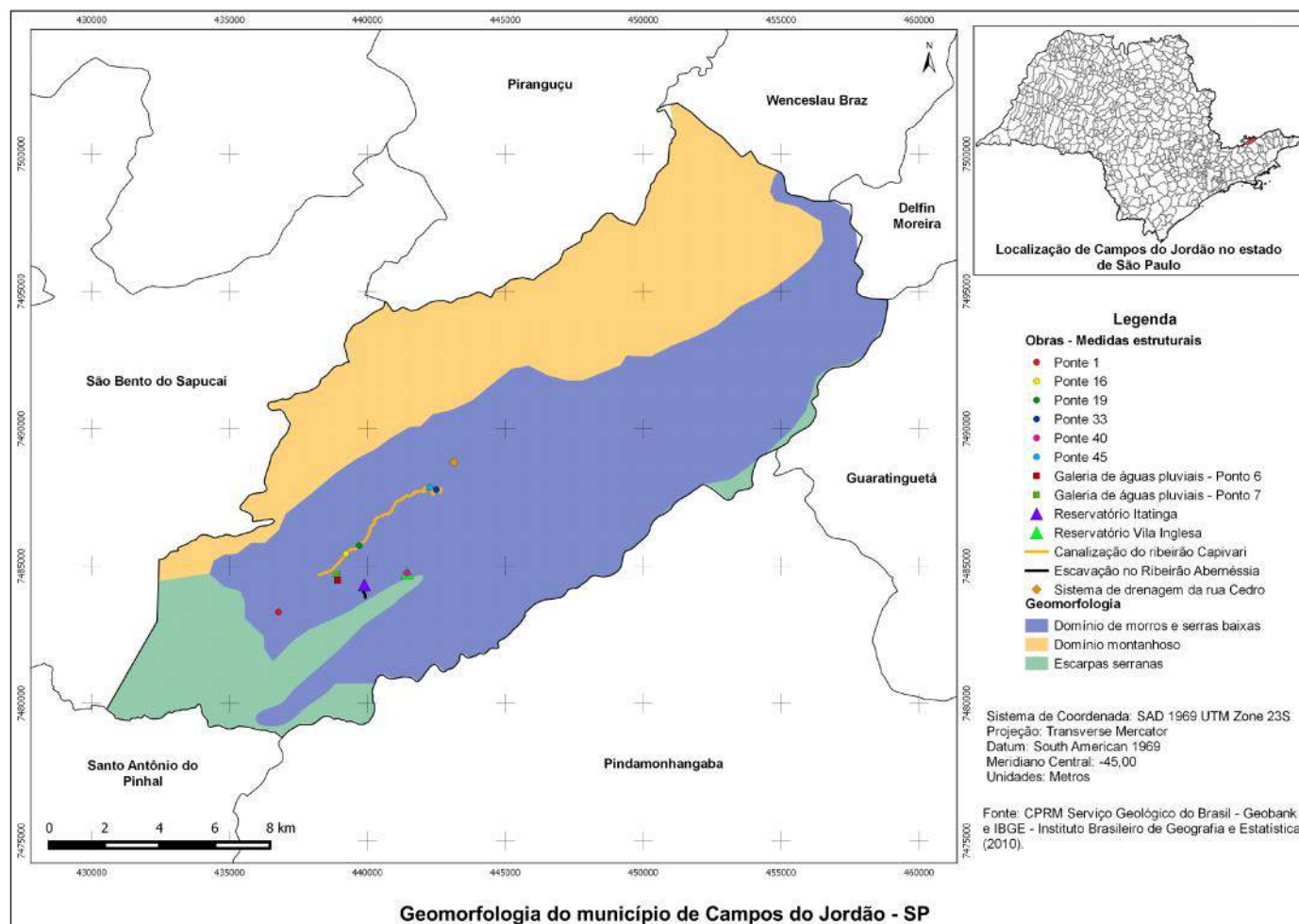


Figura 6 – Geomorfologia do município de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais

2.5 Uso e ocupação do solo

A caracterização do uso e ocupação do solo foi realizada com base na Figura 7, que apresenta as tipologias de uso e ocupação do solo do município, conforme a Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Campos do Jordão (AECJ).

No mapa, foram apontadas nove feições principais, a saber: área urbanizada, campo natural com perturbação antrópica, eucalipto, pasto, pinus, reflorestamento com espécies nativas, vegetação secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração. As áreas caracterizadas como eucalipto e pinus são produtos de reflorestamento com finalidade comercial.

O Quadro 1 apresenta as áreas relativas a cada uma das tipologias supracitadas e as respectivas porcentagens sobre a área total do município, que é de 29.052 hectares. Vale ressaltar que apenas as principais feições foram mencionadas.

Quadro 1 – Uso e ocupação do solo de Campos do Jordão

Uso e ocupação do solo	Área ocupada (hectare)	Porcentagem sobre área total do município (%)
Área urbanizada	2496,71	8,67
Campo natural com perturbação antrópica	2142,84	7,44
Eucalipto	544,62	1,89
Pasto	2388,00	8,29
Pinus	1786,91	6,21
Reflorestamento	456,36	1,59
Secundária inicial	361,58	1,26
Secundária média	3784,57	13,15
Secundária avançada	1861,41	6,47

Fonte: Adaptado de AECJ

O Artigo 13º da Lei nº 3.049/07, de 02 de maio de 2007, que dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município, divide a área urbana municipal em diversas zonas. As medidas estruturais do Projeto de Drenagem do município de Campos do Jordão atingirão especificamente as zonas apresentadas a seguir:

- ZCI2: zona de uso exclusivo para transbordo de lixo e separação de lixo reciclável.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- ZCI3: zona de uso predominante de indústrias leves, de baixo impacto ambiental e de vizinhança.
- ZC1: zona de uso predominante de comércio e serviço de alta densidade.
- ZC2: zona de uso predominante de comércio e serviço de média densidade.
- ZC3: zona de uso predominante de comércio e serviço de baixa densidade.
- ZEIS (Zona Residencial de Interesse Social): zona residencial de elevada densidade em consequência do predomínio de lotes pequenos, com objetivo de atender a demanda de habitação popular.
- ZR1: zona de uso predominantemente residencial de alta densidade.
- ZR3: zona de uso predominantemente residencial de baixa densidade.
- ZR4: zona de uso exclusivamente residencial, de baixíssima densidade, com características de preservação e manutenção da biota, da tranquilidade e do sossego.
- ZR5: zona de uso exclusivamente residencial, de baixíssima densidade, de transição de rural para urbano.

O Quadro 2 apresenta a localização das medidas estruturais a serem realizadas, com relação às zonas descritas anteriormente:

Quadro 2 – Localização das medidas estruturais de acordo com as zonas a serem atingidas

Medidas estruturais	Zonas a serem atingidas
Ponte 1	ZR1
Ponte 16	ZC1
Ponte 19	ZC1 e ZCI3
Ponte 33	ZR3 e ZC3
Ponte 40	ZR3 e ZR4
Ponte 45	ZC2
Galeria de águas pluviais	ZR3
Canalização do ribeirão Capivari	ZC1, ZEIS, ZCI3, ZR4, ZC2, ZP3, ZR3, ZR4
Escavação do ribeirão Abernécia	ZEIS
Reservatório Itatinga	ZR1
Reservatório Vila Inglesa	ZR3
Sistema de drenagem da Rua Cedro	ZR4 e ZR5



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

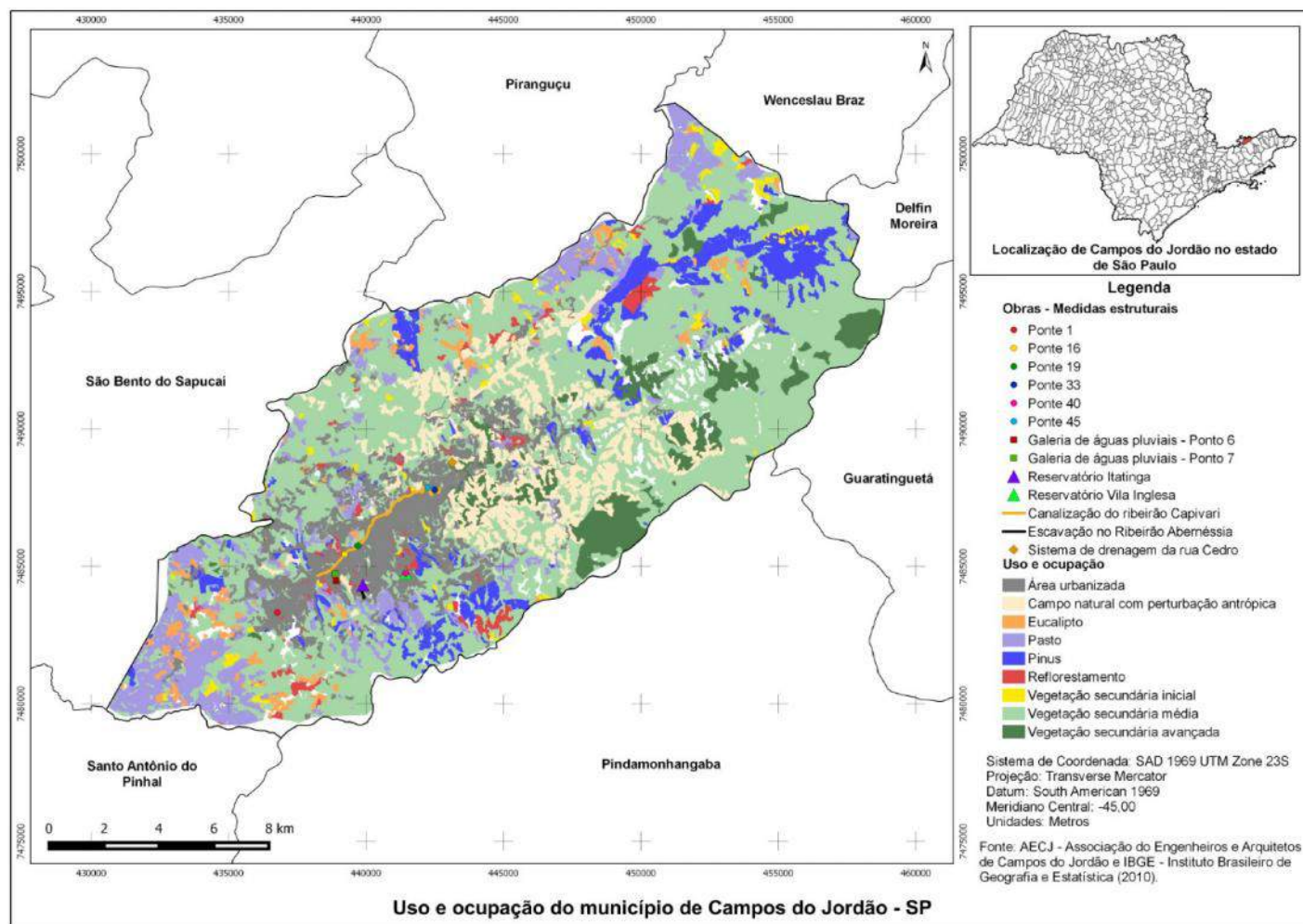


Figura 7 – Mapa de uso e ocupação do solo de Campos do Jordão com a localização das medidas estruturais

2.6 Hidrografia

O município de Campos do Jordão pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Serra da Mantiqueira (UGRHI 1), que está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Grande e abrange os municípios de Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí. A UGRHI 1 é definida pelas bacias hidrográficas dos rios Sapucaí-Guaçu (a leste, com influência principal de Campos do Jordão), Sapucaí Mirim (a oeste, com influência principal de Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí), além dos seus afluentes (Figura 8).

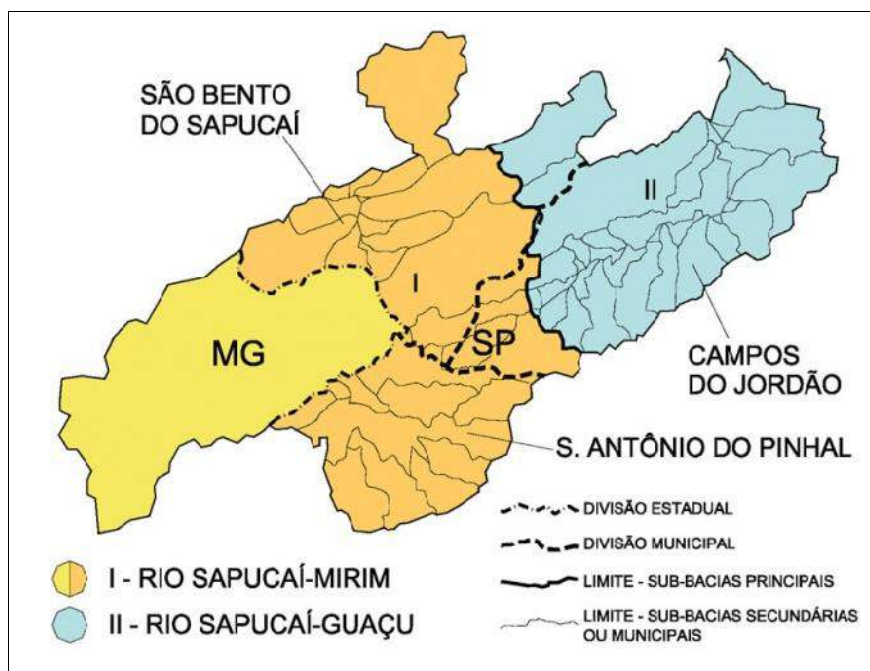


Figura 8 – Unidades hidrográficas principais e sua localização em relação aos municípios da UGRHI 1

Fonte: CBH-SM (2012)

O relevo do município (bastante acidentado), as altas precipitações pluviais e o lençol freático raso geraram uma rede de drenagem de configuração dendrítica. Devido às características geomorfológicas e pluviométricas, há formação de muitos cursos d'água. Nos limites do município estão cadastradas 823 nascentes, segundo informações da Prefeitura Municipal, coletadas em visita técnica.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



O principal curso d'água que atravessa a malha urbana de Campos do Jordão é o ribeirão Capivari. Os principais afluentes do ribeirão Capivari inseridos na área de implantação das obras propostas neste estudo são: córrego Piracuama, córrego da Síria, ribeirão Abernécia, ribeirão do Imbiry, ribeirão das Perdizes e córrego do Homem Morto. Suas localizações estão indicadas na Figura 9, que apresenta a hidrografia do município.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão

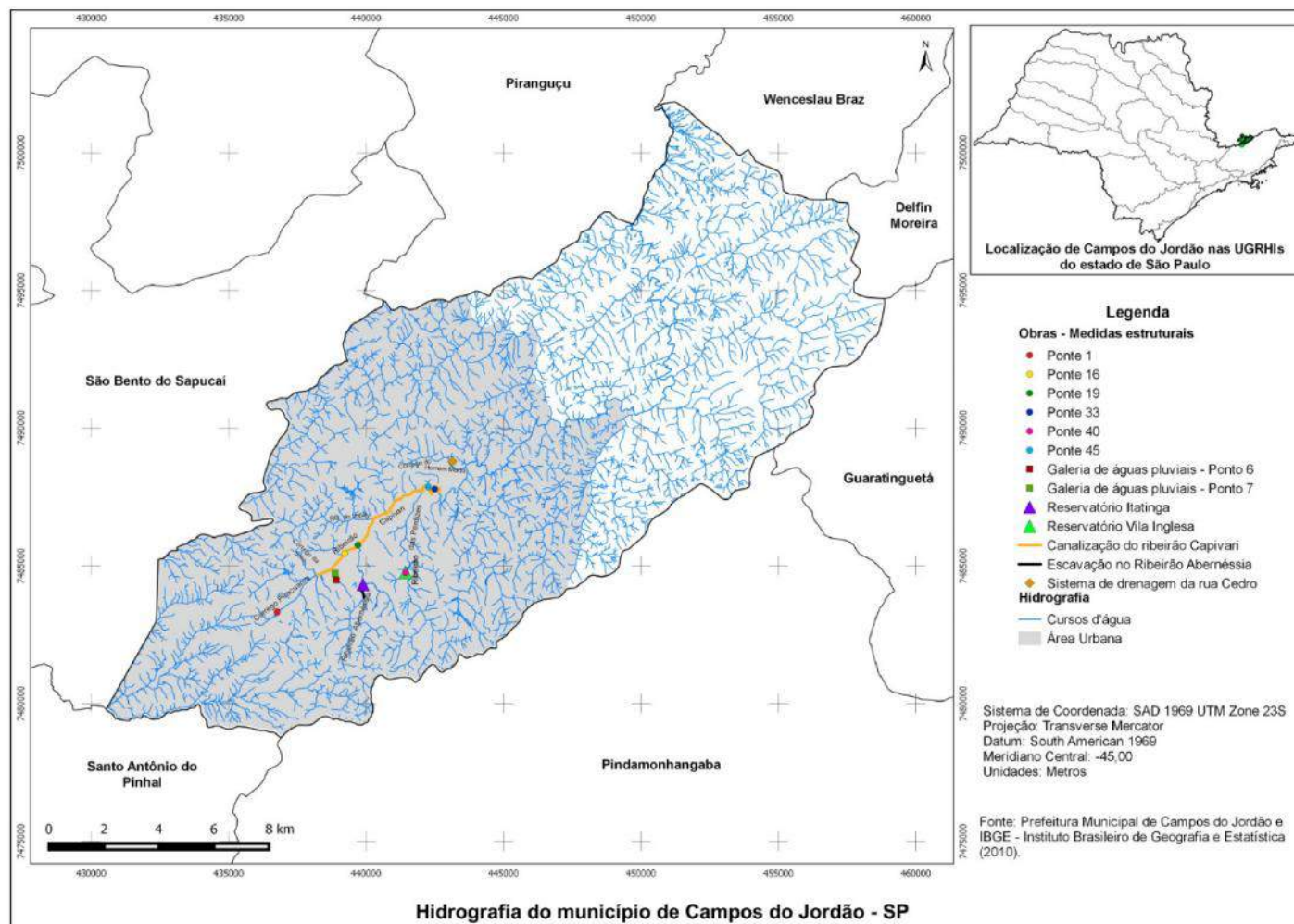


Figura 9 – Hidrografia do município de Campos do Jordão e localização das medidas estruturais



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



A região de Campos do Jordão está suscetível a inundações, assim como toda a UGRHI 1. O relevo acidentado e as altas declividades fazem com que o tempo de concentração das bacias seja baixo e, dessa forma, as enchentes são críticas e frequentes (CBH-SM, 2012).

Com relação aos usos dos recursos hídricos, a demanda total outorgada para o município é de aproximadamente 2,23 m³/s, distribuída entre captação em nascente, subterrânea e superficial e lançamento superficial, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Demanda total outorgada

Tipo de outorga	Total outorgado (m ³ /h)
Captação em Nascente	13,29
Captação Subterrânea	241,71
Captação Superficial	3.861,83
Lançamento Superficial	3.899,92
Total	8.016,75

Fonte: Modificado de DAEE

No que se refere à qualidade dos corpos hídricos, há dois pontos onde a qualidade da água é monitorada pela CETESB, ambos no rio Sapucaí-Guaçu. Os pontos de amostragem são: SAGU02050, localizado na ponte da Avenida Emílio Lang Jr. com a Rua Engenheiro Prudente de Moraes, na saída para a estrada do Horto; e SAGU02250, na ponte da estrada de acesso ao Borboletário.

Os resultados bimestrais e a média anual do Índice de Qualidade da Água (IQA) do rio Sapucaí-Guaçu, para o ano de 2015, estão indicados no

Quadro 4. As classificações possíveis do IQA e seus respectivos intervalos de valores são mostrados no

Quadro 5. Pode-se observar que o rio Sapucaí-Guaçu, nestes pontos de amostragem, tem apresentado boa qualidade de água na maioria das avaliações, realizadas em 2015.

Quadro 4 – Resultados bimestrais e média anual do IQA do rio Sapucaí-Guaçu em 2015

	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Média
SAGU02050	51	54	28	53	54	56	49
SAGU02250	51	56	60	59	63	62	58

Fonte: CETESB (2016)

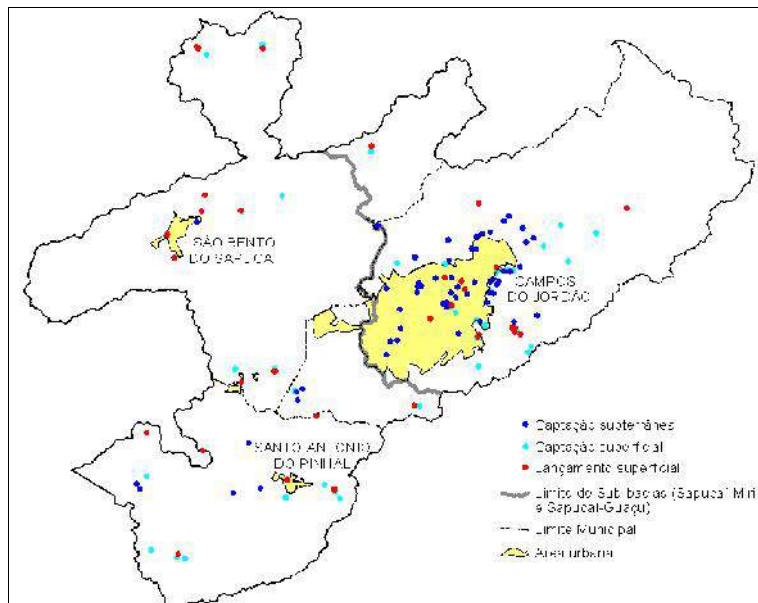
Quadro 5 – Intervalo de valores e avaliação de IQA

$79 < IQA \leq 100$	Ótimo
$51 < IQA \leq 79$	Bom
$36 < IQA \leq 51$	Regular
$19 < IQA \leq 36$	Ruim
$IQA \leq 19$	Péssimo

Fonte: CETESB (2016)

A Figura 10 identifica os pontos de captação subterrânea e superficial e os pontos de lançamento de efluentes da bacia. Assim, pode-se observar a malha urbana e os pontos indicados no município de Campos do Jordão.

Figura 10 – Pontos de captação e lançamento na UGRHI 1



Fonte: DAAE (2009) Apud Plano de Bacia da UGRHI 1 (2012)



2.7 Vegetação e Unidades de Conservação (UCs)

A vegetação desenvolve-se a partir das características físicas presentes no local e é imprescindível para o bem-estar animal e ambiental, além de trazer benefícios estéticos. A arborização contribui para a manutenção do clima, aumento da permeabilidade do solo, proteção dos mananciais, purificação do ar, conforto térmico, balanço hídrico, redução da velocidade dos ventos e ruídos, entre outros. Além disso, serve como abrigo e alimento para fauna, contribuindo para o equilíbrio ecológico.

Em Campos do Jordão, a cobertura vegetal é constituída por fragmentos de Mata Atlântica pertencentes a três fitofisionomias distintas: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa (Figura 11), nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração. Os fragmentos florestais estão distribuídos por todo o território, mas existe maior concentração nas regiões norte, leste e nordeste do município. Quanto ao tipo de cobertura vegetal, ocorre predominância da Floresta Ombrófila Mista, seguida da Floresta Ombrófila Densa e, em menor quantidade, Floresta Estacional Semidecidual.

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como “Mata-de-Araucária”, apresenta disjunções florísticas em alguns pontos situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira, apesar de, no passado, ter se expandido mais para o norte. A composição florística é dominada por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático) (IBGE, 2012).

Existem quatro formações nesse tipo de vegetação, a saber:

- Aluvial: ocorrem em terraços antigos associados à rede hidrográfica.
- Submontana: formam disjunções em altitudes inferiores a 400 m.
- Montana: localizam-se entre 400 e 1000 m de altitude.
- Alto Montana: localizam-se em altitudes superiores a 1000 m.

O nome Floresta Ombrófila Mista é dado pelo fato de haver associação entre coníferas e folhosas. As três espécies de coníferas nativas do Brasil são *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-do-Paraná), *Podocarpus lambertii* (Pinho-Bravo) e *Podocarpus sellowii* (Pinho-Bravo). Outras espécies que ocorrem nessa formação são *Ocotea porosa* (Imbuia), *Nectandra lanceolata* (Canela-Amarela), *Nectandra megapotamica* (Canela-Preta), *Ilex paraguariensis* (Erva mate), *Campomanesia xanthocarpa*



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



(Gabirola), *Ocotea pulchella* (Canela-Lageana), além de outros exemplares das famílias Myrtaceae e Aquifoliaceae (IBGE, 2012).

A Floresta Estacional Semidecidual está condicionada a dupla estacionalidade climática (verão quente/úmido e inverno ameno/seco). Neste tipo de vegetação, a porcentagem de árvores caducifólias, ou seja, que perdem suas folhas em determinada época do ano, está entre 20 e 50%. Na formação Sub Montana, os gêneros arbóreos predominantes são: *Cedrela* (Cedro), *Parapiptdenia* (Monjoleiro), *Cariniana* (Jequitibás), *Hymenaea* (Jatobás), *Copaifera* (Copaíbas), *Peltophorum* (Canafístula), *Tabebuia* (Ipês), entre outros. Já a formação Montana, que se estabelece acima dos 500 m de altitude, é geralmente dominada por espécies do gênero *Anadenanthera* (Angicos) (IBGE, 2012).

A formação Floresta Ombrófila Densa está relacionada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de aproximadamente 25°C) e alta precipitação ao longo do ano, o que determina uma situação praticamente sem período seco.

A cobertura vegetal caracteriza-se por fanerófitos, subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas que ocorrem em abundância, que o diferencia das outras fitofisionomias. O desenvolvimento de uma floresta com rica biodiversidade só é possível devido à manutenção da umidade mesmo no período mais seco. Dentre as inúmeras espécies arbóreas frequentes nesses tipos de vegetação, estão: *Alchornea triplinervia* (Tapiá), *Euterpe edulis* (Palmito-Juçara), *Cabralea canjerana* (Cedro Canjerana), *Tetrorchidium rubrivenium* (Canemaçu), *Virola bicuhyba* (Bicuíba), *Casearia sylvestris* (Guaçatonga), *Nectandra megapotamica* (Canela Preta), *Tibouchina sellowiana* (Quaresmeira), *Cedrela fissilis* (Cedro Rosa), entre outras (IBGE, 2012).

O município de Campos do Jordão possui em seu território quatro Unidades de Conservação (UCs) que integram o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo elas: Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Mantiqueira (4.312,8075 km²), Área de Proteção Ambiental Campos do Jordão (287,2260 km²), Parque Estadual de Campos do Jordão (81,3643 km²) e o Parque Estadual dos Mananciais de Campos do Jordão (5,1704 km²).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



A Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira foi estabelecida no Decreto nº 91304, de 03/06/1985. Trata-se de um mosaico que abrange várias outras UCs e diversos municípios. Essa APA é de uso sustentável, tem como finalidade garantir a conservação cultura regional da Serra da Mantiqueira, proteger e preservar a flora endêmica, os remanescentes das florestas de araucária e a biodiversidade como um todo, principalmente as espécies ameaçadas de extinção.

A Área de Proteção Ambiental Estadual de Campos do Jordão foi estabelecida pela Lei ordinária nº 4105, de 26/06/1984. A criação da APA visa disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Além disso, levou-se em consideração a valoração ambiental da Serra da Mantiqueira, onde está localizado o município de Campos do Jordão, principalmente devido a sua potencialidade turística e medicinal.

O Parque Estadual de Campos do Jordão é uma unidade de Proteção Integral estabelecida pelo Decreto nº 11908, de 27/03/1941. Tem como objetivo preservar os ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades educacionais, recreativas e de turismo ecológico.

O Parque Estadual dos Mananciais de Campos do Jordão foi criado com base no Decreto nº 37539, de 27/09/1993 e visa à preservação dos ecossistemas da biodiversidade local e da qualidade da água.

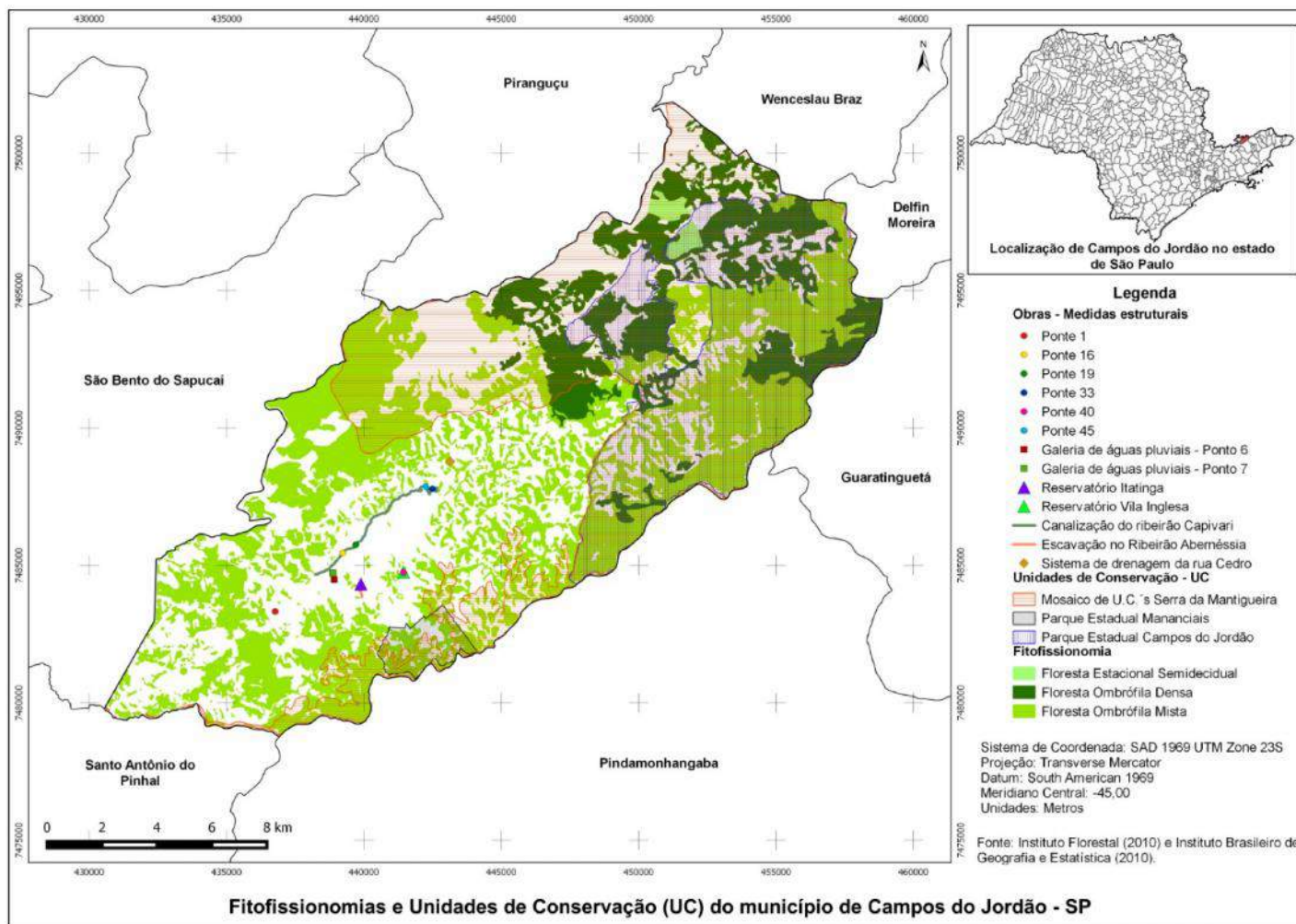
Como base na Figura 11, nota-se que as medidas estruturais propostas nesse estudo estão localizadas em regiões onde a cobertura vegetal encontra-se praticamente ausente, devido às interferências antrópicas intensas que ocorrem na área urbanizada, próximo ao ribeirão Capivari.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Figura 11 – Vegetação e UCs presentes em Campos do Jordão e localização das medidas estruturais





Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



2.8 Hipsometria

A variação de altitude no município de Campos do Jordão pode ser verificada na Figura 12, que consiste em um mapa hipsométrico do terreno municipal (IBGE 2010; 2013).

As áreas mais elevadas prevalecem ao sul, leste e sudeste do município, com altitudes que variam de 1.627 a 2.182 metros. A região central apresenta altitudes intermediárias, variando de 1.488 a 1.766 metros. Já os pontos mais baixos estão localizados no norte, nordeste e sudoeste do território municipal, com predominância de altitudes que variam de 933 a 1.488 metros.

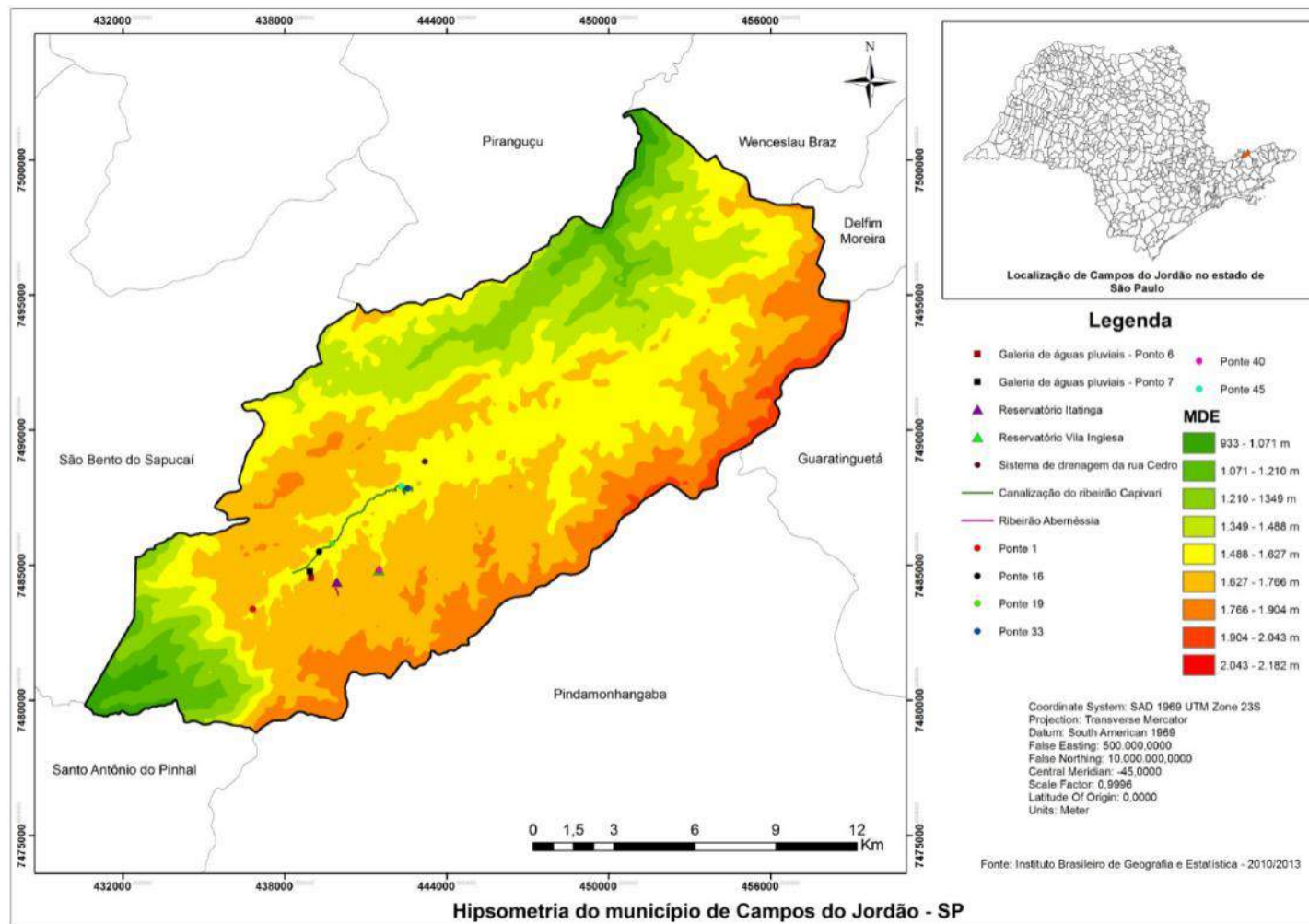
As medidas estruturais que precisarão ser realizadas também podem ser verificadas no mapa. Observa-se que todas elas estão localizadas em regiões de altitudes intermediárias (1.488 a 1.766 metros).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Figura 12 – Hipsometria do município de Campos do Jordão e localização das medidas estruturais





3. Diagnóstico socioeconômico do município de Campos do Jordão

3.1 População

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), o município de Campos do Jordão, com área territorial de 290,52 km², apresentava densidade demográfica de 164,76 hab/km² e a população era constituída por 47.789 habitantes, distribuídos da seguinte maneira: 23.393 homens e 24.396 mulheres.

Geograficamente, nota-se que a população se concentra na área urbana do município, devido às melhores condições de vida. Em 2010, 298 pessoas residiam na zona rural, enquanto 47.491 pessoas ocupavam a área urbana (IBGE, 2010).

Entre os anos de 1991 e 2000, a população de Campos do Jordão cresceu a uma taxa média anual de 1,97 %, passando de 37.135 para 44.252 habitantes, enquanto no Brasil houve um crescimento de 1,63 % no mesmo período. Já a taxa de urbanização do município neste período aumentou de 98,90 % para 99,00 % (PNUD, IPEA e FJP, 2013). Já entre 2000 e 2010, a população cresceu a uma taxa média anual de 0,77 %, passando de 44.252 para 47.789 habitantes, enquanto no Brasil o crescimento foi de 1,17 %. Já a taxa de urbanização do município neste período passou de 99,00 % para 99,38 % (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

A razão de dependência é o percentual da população com idade menor que 15 anos e maior que 65 anos (dependente) em relação à população com faixa etária de 15 a 64 anos (potencialmente ativa); e taxa de envelhecimento é representada pela razão entre os habitantes com idade igual ou maior que 65 anos e a população total. No período entre 1991 e 2010, a razão de dependência no município passou de 59,41 % para 42,82 e a taxa de envelhecimento, de 3,71 para 5,86 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

3.2 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), ferramenta elaborada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP), no período de 1991 a 2010, a renda per capita média dos habitantes de Campos do Jordão aumentou 63,96%, passando de R\$ 555,86 para



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



R\$ 911,40, o equivalente a uma taxa de crescimento média anual de 2,64 %. A proporção de pessoas pobres, com renda domiciliar per capita inferior a R\$140,00 (informações de agosto de 2010), passou de 13,44 % em 1991, para 7,19 %, em 2000, e para 5,41 %, em 2010, mostrando significativa melhora na condição econômica da população.

O índice de Gini mede o grau de concentração de renda da população, mostrando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, esse índice varia de 0 a 1, de forma que o valor zero representa a situação de total igualdade (todos têm a mesma renda), e o valor 1 indica que existe completa desigualdade de renda (uma pessoa detém toda a renda em determinada região). No município de Campos do Jordão, nota-se que houve aumento na desigualdade no período entre os anos de 1991 a 2010, já que o índice passou de 0,52 para 0,59 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Segundo o IBGE (2010), o valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios era de R\$ 527,50 na área urbana e de R\$ 300,00 na zona rural. Desta maneira, nota-se que os segmentos sociais da área urbana apresentam melhores condições monetárias. Dados como esses podem funcionar como indicadores para avaliar as condições da população em pagar taxas para custear serviços de saneamento básico.

3.3 Economia

Entre 2000 e 2010, o percentual da população maior de 18 anos economicamente ativa aumentou de 74,20% para 74,43%, e a distribuição desses trabalhadores nos setores econômicos era (PNUD, IPEA e FJP, 2013):

- 1,67% no setor agropecuário;
- 0,08% na indústria extrativa;
- 4,82% na indústria de transformação;
- 11,92% no setor de construção;
- 0,73% nos setores de utilidade pública;
- 13,65% no comércio;
- 57,41% no setor de serviços.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Com base nas informações apresentadas acima, nota-se que o setor de serviços era o que mais empregava a população economicamente ativa de Campos do Jordão, no ano de 2013. Além disso, é o setor que mais adiciona valores ao Produto Interno Bruto (PIB) municipal.

Em concordância com dados do IBGE (2014), existiam 2.268 empresas atuantes no município de Campos do Jordão, que empregavam 12.434 pessoas com rendimento médio de 2,2 salários mínimos.

3.4 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

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

De acordo com informações do Atlas Brasil (PNUD, IPEA e FJP, 2013), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Campos do Jordão era 0,749, caracterizado como um Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). O parâmetro que mais contribui para o IDHM do município é a Longevidade, com índice de 0,852, seguida de Renda, com índice de 0,761 e da Educação, com índice de 0,648.

O IDHM de Campos do Jordão passou de 0,507, em 1991, para 0,653, em 2000, apresentando uma taxa de crescimento de 28,80%. De 2000 a 2010 continuou crescendo a uma taxa menor (14,70%), aumentando de 0,653 para 0,749 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

3.5 Nível educacional da população

A proporção de crianças e jovens frequentando as escolas ou que completaram ciclos escolares compõe o IDHM Educação. Em Campos do Jordão, no período entre 1991 e 2010, o número de crianças, adolescentes e jovens frequentando as escolas aumentou bastante (PNUD, IPEA e FJP, 2013), e essa evolução no setor educacional pode ser observada no Quadro 6.

Em 2010, 90,26 % da população de 6 a 17 anos estavam cursando o ensino básico regular com até dois anos de defasagem idade-série e, com relação aos jovens



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



adultos, de 18 a 24 anos, 9,04 % estavam cursando o ensino superior em 2010 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Quadro 6 – Informações do setor educacional no município de Campos do Jordão

Ano	% de habitantes de 5 a 6 anos na escola	% de habitantes de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	% de habitantes de 15 a 17 anos com fundamental completo	% de habitantes de 18 a 20 anos com médio completo
1991	27,87	45,31	21,90	12,34
2000	69,37	83,87	56,51	25,06
2010	95,77	88,70	65,36	39,58

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

Outro indicador que também compõe o IDHM Educação é a escolaridade da população adulta, ou seja, o percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 36,44 % para 51,76 % (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

O indicador “Expectativa de Anos de Estudo” mostra a frequência escolar da população em idade escolar, ou seja, indica o número de anos de estudo que uma criança deverá ter ao atingir 18 anos. No município de Campos do Jordão, entre 2000 e 2010, esse indicador passou de 9,73 para 10,35 anos, enquanto que na Unidade da Federação (SP) passou de 10,23 para 10,33 anos (PNUD, IPEA e FJP, 2013).



4. Estudos Hidrológicos

Este item refere-se à compilação dos dados e parâmetros necessários para a simulação hidrológica da área de estudos.

4.1 Delimitação das bacias hidrográficas e áreas de estudo

A delimitação das bacias hidrográficas e sub-bacias fez-se utilizando cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), levantamento aerofotogramétrico digitalizado e mapas com delimitação do arruamento existente. A bacia hidrográfica do rio Sapucaí – Mirim e respectivas sub-bacias, bem como a localização das seções de estudos são apresentadas no Anexo 1 e Anexo 2. As cartas planialtimétricas também possibilitaram identificar os afluentes do rio Sapucaí – Mirim e ribeirão Capivari, definir os talwegues e as declividades dos mesmos.

As bacias hidrográficas do município de Campos do Jordão foram delimitadas a partir do mapeamento dos pontos críticos de drenagem de águas pluviais que apresentam risco de inundação, alagamento e erosão, que dependem de fatores hidrológicos e de hidráulica de canais. Estes pontos, por sua vez, foram selecionados com base nas informações e dados anteriormente levantados. Observa-se a concentração destes pontos no perímetro urbano do município.

As áreas com risco de escorregamento serão estudadas no âmbito de estabilidade e proteção de encostas, pois apesar de também possuírem influencia de fatores hidrológicos e de drenagem de águas pluviais, possuem maiores influências no âmbito da geotecnia do que na hidráulica de canais. Portanto, não serão estudadas nos modelos hidrológicos e hidráulicos adiante apresentados.

4.2 Chuvas intensas

O conhecimento das características das precipitações de curta duração é de grande importância para o dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como: galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, calhas de escoamento, bocas-de-



lobo, canais de irrigação e drenagem e vertedores de barragens (MARTINEZ JUNIOR e MAGNI, 1999).

Considera-se uma chuva intensa aquela que provoca cheias nos sistemas de drenagem, capazes de gerar escoamentos pluviais próximos ou superiores ao das capacidades dos canais.

4.2.1 Equação de chuva (Intensidade-Duração-Frequência)

Para o estudo hidrológico foi utilizada a equação de chuvas intensas da cidade de Campos do Jordão (Equação 1), apresentada por Martinez Junior e Magni (1999).

$$i(t, T) = 19,1535 \cdot (t + 15)^{-0,7928} + 2,0341 \cdot (t + 5)^{-0,6590} \cdot \left[-0,4778 - 0,9046 \cdot \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

Equação 1

Para $10 \leq t \leq 1440$.

Onde:

- i : intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;
- t : duração da chuva em minutos;
- T : período de retorno em anos.

4.2.2 Tempo de concentração

Segundo o *U.S. Bureau of Reclamation*, o tempo de concentração (t_c) de uma bacia hidrográfica é o tempo mínimo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na seção final de saída da mesma. O tempo de concentração foi determinado utilizando-se a fórmula de Kirpich (Equação 2).

$$t_c = 57 \left(\frac{L^2}{I_{eq}} \right)^{0,385}$$



Equação 2

Na qual:

- t_c : tempo de concentração (min);
- L : comprimento do talvegue (km);
- I_{eq} : declividade equivalente (m/km)

4.2.1 Lag-time

O Lag-time é o parâmetro que relaciona o instante em que ocorre o pico do hietograma (pico da precipitação) com o tempo de pico do hidrograma (pico da vazão) para cada sub-bacia. O lag-time foi determinado utilizando-se a (Equação 3), descrita em Chow (1964).

$$T_{lag} = C_t \left(\frac{L \times L_c}{\sqrt{I_{eq}}} \right)^n$$

Equação 3

Na qual:

- T_{lag} : Lag-time (horas);
- C_t : coeficiente representativo das características da bacia (adimensional);
- L : comprimento do talvegue (km);
- L_c : comprimento do talvegue a partir do centro de gravidade da bacia (km);
- I_{eq} : declividade equivalente (m/m);
- n : coeficiente representativo das características da bacia (adimensional);

Chow (1964) cita valores de C_t 0,72 e “n” 0,35 para bacias com relevo variando montanhoso e levemente ondulado. Demais parâmetros utilizados para o cálculo do lag-time de cada sub-bacia são apresentados na Tabela 2.

4.3 Relação chuva-deflúvio

Para quantificação das vazões de cheias, resultantes das chuvas intensas, é



necessária a definição do processo de transformação da chuva em deflúvio superficial. A complexidade desse processo pode ser simplificada através de modelos matemáticos, que representam de forma bastante razoável a realidade do escoamento de águas pluviais.

Existem muitos modelos matemáticos para transformar as precipitações que ocorrem nas sub-bacias hidrográficas em vazões. A partir da intensidade de chuva, $i(t)$, é possível construir um hidrograma de vazões, $Q(t)$.

O hidrograma reflete vários aspectos da bacia, tais como:

- Área de drenagem;
- Permeabilidade;
- Uso e ocupação do solo;
- Tipo de precipitação que ocorreu sobre a bacia.

4.3.1 Método Soil Conservation Service

O Departamento de Conservação do Solo norte-americano realizou trabalhos com o objetivo de estabelecer relações entre precipitação, deflúvio superficial, vegetação, tipo e ocupação do solo. O método propõe um simples equacionamento relacionando a altura precipitada, à altura da lâmina escoada, e o índice de armazenamento d'água na bacia, como apresentado pela Equação 4.

$$\frac{h_q}{S} = \frac{\left(\frac{h_p}{S} - 0,2\right)^2}{\frac{h_p}{S} + 0,8}$$

Equação 4

Em que:

h_q : altura da lâmina d'água escoada (mm);

h_p : altura precipitada (mm);

S: índice de armazenamento d'água na bacia (mm).

A equação é válida quando $h_p > 0,2 \cdot S$. Para $h_p \leq 0,2 \cdot S$, o modelo admite que



não ocorra deflúvio superficial, ou seja, $h_q = 0$.

O índice de armazenamento de água no solo da bacia é expresso conforme a Equação 5.

$$S = \frac{254 \cdot (100 - CN)}{CN}$$

Equação 5

Em que:

CN: (*Curve Number*) ou número de deflúvio.

O parâmetro CN de cada bacia de contribuição foi determinado de acordo com a classificação pedológica da área de estudo e com a ocupação do solo, segundo os valores apresentados por Paiva e Paiva (2001) e Canholi (2005).

A classificação pedológica da área urbana do município é homogênea e composta por Cambissolo Háplico, de textura argilosa e relevo ondulado e montanhoso. Para esta pedologia, o solo enquadra-se no grupo hidrológico “C” (SARTORI, LOMBARDI E GENOVEZ, 2005).

Canholi (2005) apresenta a relação do grupo hidrológico, tipo de solo e sua capacidade de infiltração. De acordo com essa relação, os pertencentes ao grupo hidrológico “B” possui capacidade de infiltração média de 0,60 cm/h ($1,66 \times 10^{-6}$ m/s), representativo de solos argilosos.

Para cada sub-bacia são determinados o tipo uso e cobertura do solo por meio de cartas de uso e ocupação do solo, objetivando-se obter um CN ponderado da bacia em questão, para solos pertencentes aos grupos hidrológicos “B” e “C”.

4.3.1.1 Método SCS utilizando software HEC-HMS

O HEC-HMS é um software altamente reconhecido, desenvolvido pela *U.S. Army Corps of Engineers*, para realização de simulações hidrológicas de bacias hidrográficas e auxílio à tomada de decisões, no âmbito do planejamento, projeto e operação.

A relação chuva deflúvio utilizando o software HEC-HMS foi obtida aplicando-se o método Soil Conservation Service (SCS). A simulação hidrológica foi realizada delimitando-se cada sub-bacia, a partir de seus exutórios. A Figura 13 apresenta a topologia da bacia hidrográfica do ribeirão Capivari utilizada no software HEC-HMS.

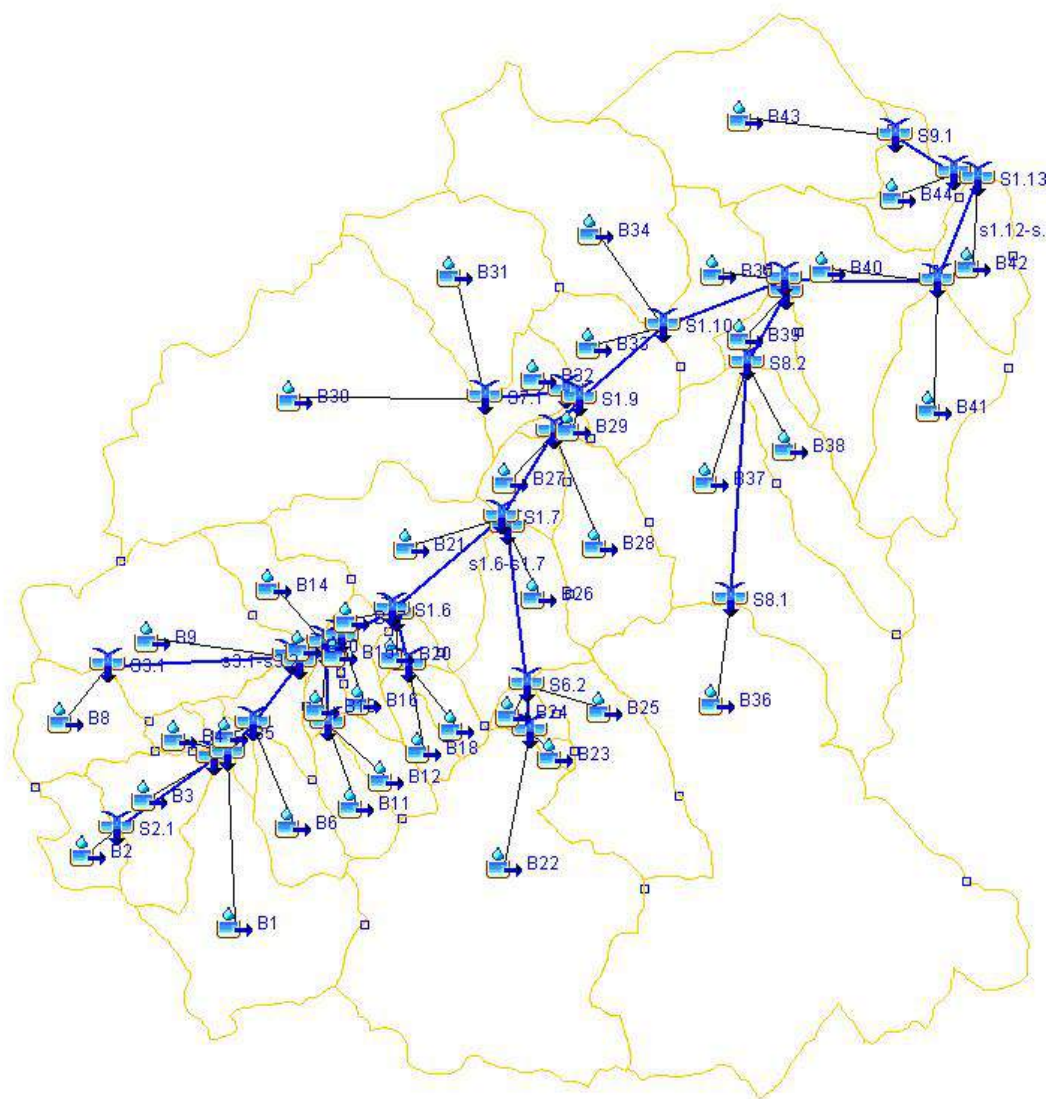


Figura 13 – Representação da bacia hidrográfica do ribeirão Capivari no software HEC-HMS

A composição do CN fez-se por meio do cruzamento de dados de cobertura do solo e pedologia. A carta de uso e ocupação do solo das bacias, disponibilizados por

AECJ (2015) em formato shapefile para uso no software ArcGis, foram compatibilizadas com as plantas do loteamento e arruamento do município e imagens do Google Earth. Constatou-se que há discrepância entre a cobertura do solo apresentada pelas cartas com aquelas existentes. A diferença foi compensada atribuindo-se valor de CN maior ou menor para cada bacia como fator de correção e representação adequada da cobertura real do solo das bacias hidrográficas.

O mapa de uso e ocupação do solo, de onde provém os dados do CN de cada sub-bacia, é apresentado no Anexo 3 e Figura 14.

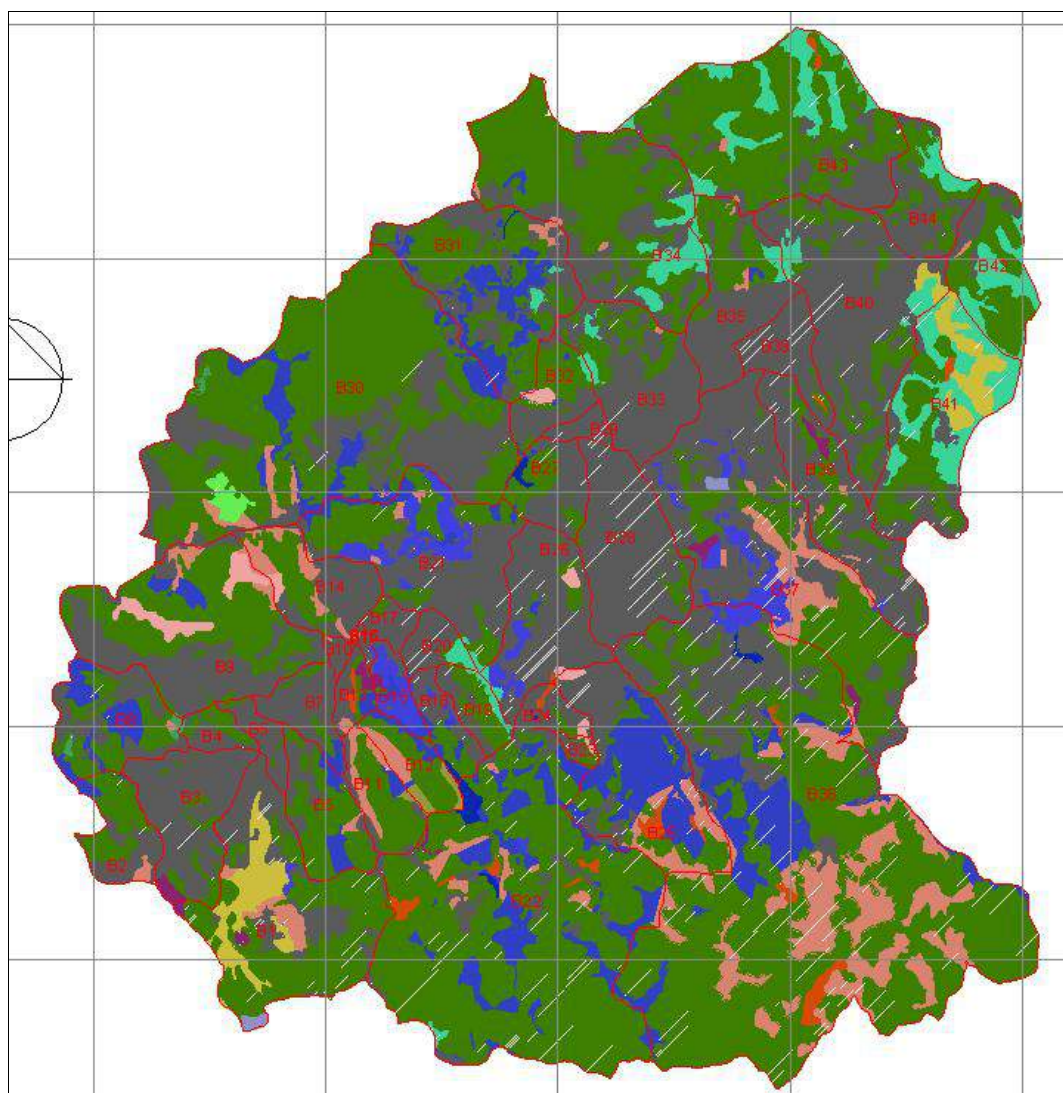


Figura 14 – Cobertura do solo da bacia do ribeirão Capivari – cenário atual. Fonte: AECJ (2015).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Para cada cobertura do solo (ou classe), atribui-se um valor de CN (Tabela 1) e para determinação do CN de toda bacia fez-se a média ponderada com as áreas respectivas.

Tabela 1 – valores de CN

Classe de cobertura do solo	Valor de CN
Afloramento rochoso	75
Araucária	66
Área Urbanizada	81
campo natural com perturbação antrópica	56
campo natural sem perturbação antrópica	40
cultura anual - uso agrícola	70
eucalipto	39
fruticultura	70
pasto	42
pasto sujo	57
pequenas culturas	70
pinus	48
reflorestamento	57
uso agrícola	70
vegetação de várzea	57
vegetação secundária avançada	39
vegetação secundária inicial	57
vegetação secundária média	48

Para o cenário atual da bacia hidrográfica, os dados de entrada no software HEC-HMS são apresentados na Tabela 2.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tabela 2 – parâmetros para aplicação do HEC-HMS, cenário atual

Bacia	Área (km²)	CN	Lagtime (min)
B1	2,095	56,3	140,69
B2	0,475	61,6	22,14
B3	0,903	74,4	43,08
B4	0,179	70,0	17,64
B5	0,182	76,7	32,78
B6	0,632	56,5	58,28
B7	0,369	71,9	23,64
B8	0,839	56,7	54,55
B9	2,053	59,6	119,53
B10	0,058	80,5	20,83
B11	0,443	51,9	46,38
B12	0,359	48,8	45,29
B13	0,184	64,3	35,48
B14	0,694	64,4	32,46
B15	0,034	77,7	11,99
B16	0,218	56,9	31,39
B17	0,140	78,4	30,26
B18	0,289	62,4	30,06
B19	0,271	62,4	22,25
B20	0,217	75,1	14,86
B21	1,653	65,7	84,33
B22	4,967	48,5	218,7
B23	0,066	61,2	14,23
B24	0,188	69,7	68,07
B25	1,517	53,4	119,23
B26	1,019	74,9	65,43
B27	0,454	65,9	91,03
B28	1,162	79,0	32,43
B29	0,112	81,0	18,40
B30	4,894	56,4	153,41
B31	1,663	54,7	84,12
B32	0,417	59,4	102,02
B33	1,065	70,7	72,05
B34	0,928	56,1	113,53
B35	2,352	67,0	88,63
B36	8,241	51,2	300,76
B37	2,957	62,8	212,11



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Bacia	Área (km²)	CN	Lagtime (min)
B38	1,082	70,1	58,65
B39	0,403	78,3	110,6
B40	1,992	70,6	85,67
B41	1,494	55,0	76,16
B42	0,763	56,7	42,95
B43	2,413	56,7	108,07
B44	0,621	65,7	86,27



5. Estudos Hidráulicos

A propagação do escoamento em canais realizados pelo software HEC-RAS permitem a modelagem de canais em suas diversas formas geométricas, variações de declividade, profundidade, velocidade, rugosidade e vazão, além das interferências causadas por pontes, travessias e bueiros em suas diversas formas. Ou seja, a modelagem com o HEC-RAS permite fazer a complexa modelagem das estruturas existentes em um canal existente em áreas urbanas.

Posteriormente, os resultados são verificados individualmente, de acordo com as características da estrutura hidráulica e modelo hidráulico existente.

5.1 Modelo digital do terreno utilizando o programa HEC-GeoRAS

A modelagem hidráulica inicia-se no geoprocessamento das bacias e rios a serem estudados no software ArcGIS e HEC-GeoRAS. Campos do Jordão possui relevo montanhoso e extensa rede hidrográfica, tornando a modelagem hidráulica de todo o município inviável.

Estudos existentes, visitas técnicas e cálculos preliminares permitiram constatar a concentração de problemas associados à macrodrenagem no perímetro urbano da bacia hidrográfica do ribeirão Capivari. Desta forma, a modelagem hidráulica nos softwares HEC-GeoRAS e HEC-RAS restringiu-se aos rios Capivari, Perdizes e Abernécia.

As análises de problemas envolvendo o sistema de microdrenagem, erosão e problemas pontuais de inundação nas demais regiões do município serão estudadas individualmente em modelos simplificados.

Os Modelos Digitais de Terreno (MDT), representado na Figura 15, foram gerados a partir das cartas topográficas das bacias de estudo, de onde se pôde criar o traçado dos rios, seções transversais, bordas dos canais e áreas de várzea inundáveis (Figura 16).

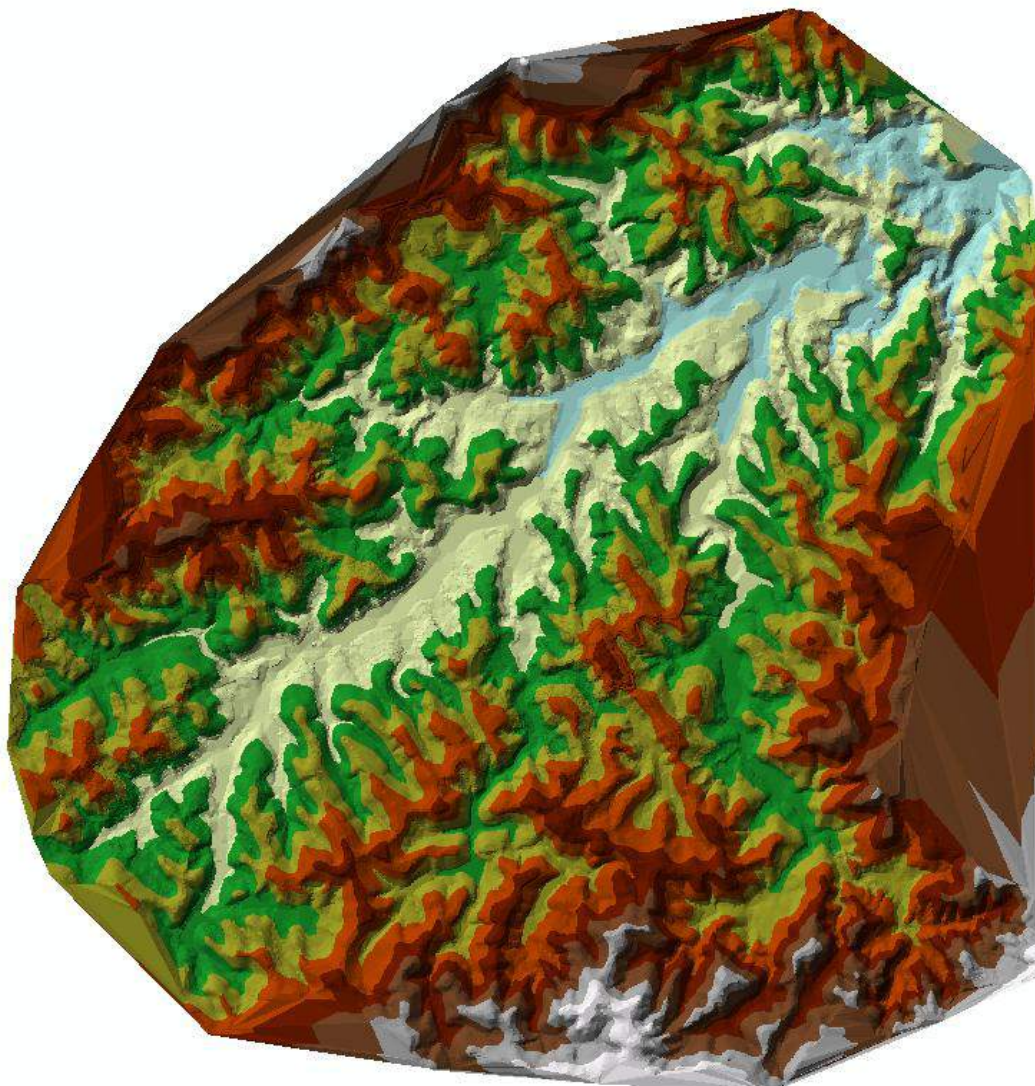


Figura 15 – Modelo digital do terreno da bacia do rio Capivari

As seções transversais dos rios foram obtidas a cada 300 metros de distância umas das outras. Para casos específicos, como por exemplo pontes e travessias, são obtidas mais seções.

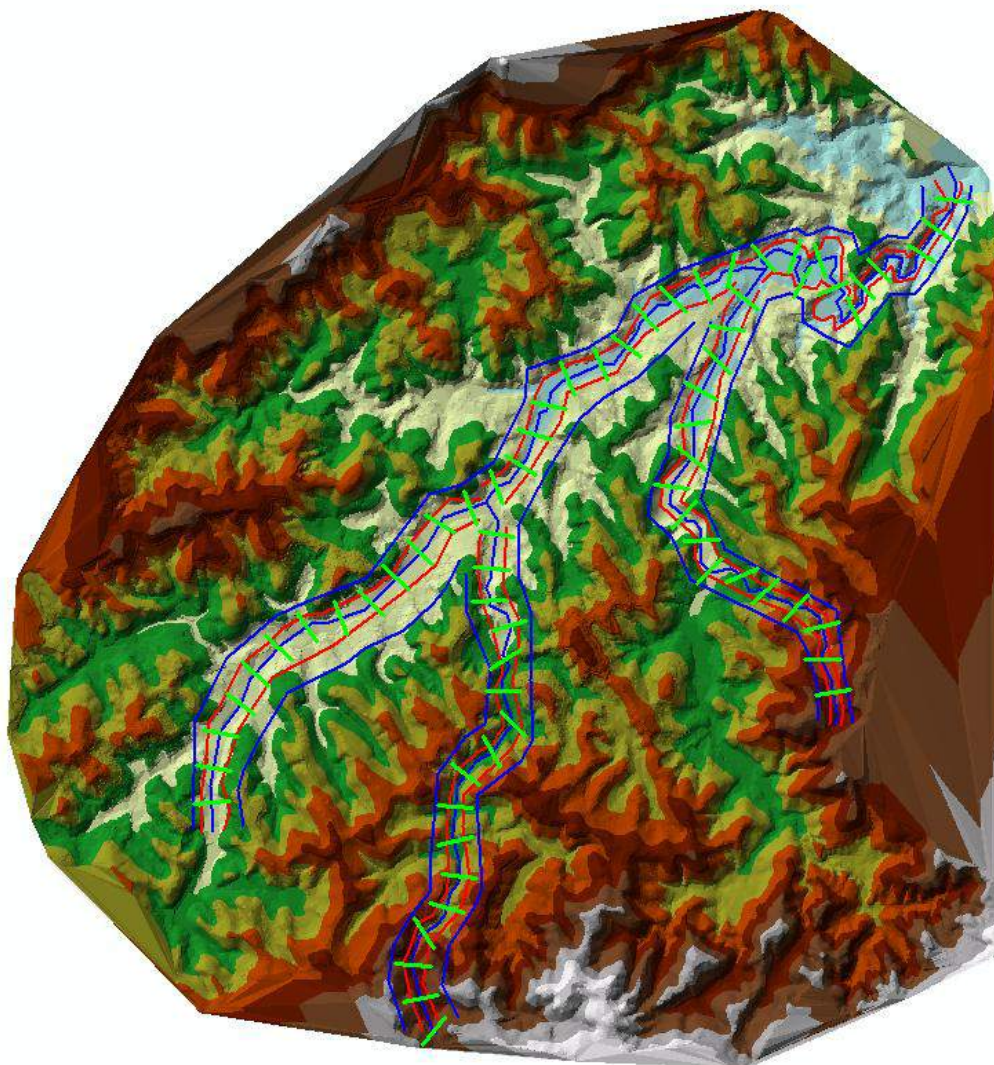


Figura 16 – Definição do traçado do rio, bordas e seções transversais

Os dados gerados pelo software HEC-GeoRAS foram exportados para o software de modelagens hidráulicas HEC-RAS, onde poderão ser verificadas e corrigidas seções transversais de rios, cotas de fundo, profundidade de canais e travessias.



5.2 Hidráulica de canais

O escoamento em superfície livre pode ser permanente e não permanente. O escoamento em regime permanente uniforme, em que os gradientes de velocidade e nível são nulos, pode ser representado pela equação de Manning (Equação 6). Para o escoamento em regime permanente não uniforme a Equação 6 pode ser aplicada trecho a trecho.

Para trecho em canal longo

$$Q = \frac{\sqrt{S_0}}{n} A \cdot Rh^{\frac{2}{3}}$$

Equação 6

Onde:

A: área molhada (m²);

Q: vazão (m³/s);

S₀: declividade do canal (m/m);

n: rugosidade de Manning;

Rh: Raio Hidráulico (m) = A/Pm;

Pm: seção circular: πD (m);

L: Comprimento da Passagem (m);

Ø ou D: diâmetro da tubulação (m);

h: cota (m);

b: largura do canal ao nível de água máximo (m);

m: inclinação das paredes do canal (horizontal/vertical)

O município de Campos do Jordão apresenta relevo montanhoso e seções de rios irregulares, dificultando a aplicação da Equação 6 trecho a trecho. A equação será apresentada posteriormente para dimensionamento de canais.

O escoamento em regime não permanente, situação geralmente encontrada em rios e canais, considera a variação da velocidade, nível de água e vazão. Este pode ser



retratado pelas equações de massa, energia e quantidade de movimento, também conhecidas como equações de Saint – Vénant (TUCCI, 2002).

Para a forma reduzida a equação de conservação da quantidade de momento é apresentada na Equação 7.

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(S_0 - S_f)$$

Equação 7

Onde:

- v: velocidade;
- t: tempo;
- y: profundidade;
- x: extensão do trecho;
- g: aceleração da gravidade.

5.3 Hidráulica de pontes, travessias e bueiros

São verificados os efeitos das travessias (pontes) existentes ao longo do canal para vazões com período de retorno (T_r) de 100 anos. As travessias foram verificadas quanto aos efeitos de estreitamento e alargamento e possibilidade de transbordamento. A verificação das travessias foi realizada utilizando-se as Equações 8 a 11, que advém da equação de Bernoulli, para os casos de estreitamento e alargamento.

Para trecho de estreitamento ou alargamento

$$E_1 = E_2 + \Delta h$$

Equação 8

sendo:

$$E = y^2 + \frac{V^2}{2g}$$

Equação 9



e:

$$\Delta h = 0,1 \times \frac{V_2^2}{2g}$$

Equação 10

portanto:

$$y_1^2 + \frac{(V_1 \times B_1 \times y_1)^2}{2g \times (B_1 \times y_1)^2} = y_2^2 + \frac{(V_2 \times B_2 \times y_2)^2}{2g \times (B_2 \times y_2)^2} + 0,1 \times \frac{(V_2 \times B_2 \times y_2)^2}{2g \times (B_2 \times y_2)^2}$$

Equação 11

Onde:

g: aceleração da gravidade = 9,81 m/s²;

B₁: largura da base do canal à montante da ponte (m);

B₂: largura equivalente da base sob a ponte (m);

A: área da seção do canal ou passagem (m²);

V₁: velocidade da água à montante da passagem (m²/s);

V₂: velocidade da água sob a passagem (m²/s);

m₁: inclinação das paredes laterais à montante da passagem (m);

m₂: inclinação das paredes laterais à jusante da passagem (m).

y₁: nível de água à montante da passagem (m);

y₂: nível de água sob a passagem (m).

Para os casos de afogamento da passagem, utilizou-se a Equação 12.

Para orifício retangular de grandes dimensões

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} \times b \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

Equação 12

Onde:

Q: vazão (m³/s);

g: aceleração da gravidade = 9,81 m/s²;



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- b: largura da ponte (m);
- Cd: coeficiente de descarga;
- h_1 : nível de água à montante da passagem (m);
- h_2 : nível de água sob a passagem (m).

São apresentados os estudos preliminares das pontes e travessias.



6. Cenários Hidrológicos

A elaboração dos cenários é etapa fundamental para elaboração do Plano de Drenagem, pois possibilita avaliar a situação atual das bacias hidrográficas do município, estimar situações futuras e os efeitos das medidas propostas.

Os cenários foram elaborados da seguinte forma:

- Cenário atual;
- Cenário tendencial;
- Cenário alternativos.

6.1 Cenário atual

O cenário atual representa as condições de uso e ocupação do solo e o grau de permeabilidade do mesmo. É utilizado para diagnosticar as condições das estruturas de drenagem existentes, tais como canais naturais, artificiais e reservatórios.

Os resultados após inserção dos dados de levantamento planialtimétrico, dados dos reservatórios existentes e calibração dos modelos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário atual

Exutório	Vazões de pico		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B1	1,61	2,73	3,26
B3	4,07	5,97	6,83
B2	1,56	2,48	2,91
S2.1	1,56	2,48	2,91
s2.1-s2.2	1,56	2,48	2,91
S2.2	5,48	8,20	9,44
B4	0,93	1,39	1,60
S1.1	6,34	9,57	11,05
s1.1-s1.2	6,34	9,56	11,05
B6	0,96	1,62	1,93
B5	1,03	1,49	1,69
S1.2	8,01	12,17	14,09
s1.2-s1.3	8,00	12,16	14,09
B9	2,22	3,63	4,30



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B8	1,34	2,26	2,70
S3.1	1,34	2,26	2,70
s3.1-s3.2	1,34	2,26	2,70
S3.2	3,05	4,98	5,89
B7	1,93	2,85	3,27
S1.3	10,79	16,76	19,55
s1.3-s1.4	10,79	16,76	19,55
B11	0,57	1,01	1,22
B12	0,37	0,68	0,84
S4.1	0,93	1,68	2,06
s4.1-s4.2	0,93	1,68	2,06
B13	0,57	0,90	1,05
S4.2	1,41	2,45	2,97
B14	2,26	3,54	4,14
B10	0,45	0,63	0,71
S1.4	14,53	22,87	26,78
s1.4-s1.5	14,53	22,87	26,78
B16	0,48	0,80	0,95
B15	0,26	0,37	0,42
S1.5	15,08	23,77	27,85
s1.5-s1.6	15,08	23,77	27,85
B18	0,88	1,40	1,64
B19	0,92	1,46	1,71
S5.1	1,78	2,82	3,31
s5.1-s5.2	1,77	2,81	3,31
B20	1,45	2,10	2,40
S5.2	3,00	4,61	5,35
B17	0,88	1,25	1,42
S1.6	18,09	28,42	33,27
s1.6-s1.7	18,08	28,41	33,26
B22	1,45	2,72	3,35
B23	0,24	0,37	0,44
S6.1	1,45	2,72	3,35
s6.1-s6.2	1,45	2,72	3,35
B25	1,11	1,94	2,35
B24	0,52	0,79	0,91
Itatinga	2,23	4,04	4,93
S6.2	2,23	4,04	4,93
s6.2-s6.3	2,23	4,04	4,93



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B26	3,65	5,35	6,12
S6.3	4,62	7,12	8,29
B21	3,25	5,06	5,90
S1.7	23,85	37,01	43,17
s1.7-s1.8	23,85	37,00	43,16
B28	7,27	10,34	11,72
B27	0,85	1,32	1,54
S1.8	29,76	45,94	53,43
s1.8-s1.9	29,76	45,94	53,43
B30	3,51	5,94	7,10
B31	1,75	3,01	3,62
S7.1	4,59	7,80	9,34
s7.1-s7.2	4,59	7,80	9,34
B32	0,51	0,83	0,98
S7.2	5,06	8,57	10,26
B29	0,91	1,27	1,43
S1.9	31,85	49,37	57,54
s1.9-s1.10	31,84	49,36	57,54
B33	2,97	4,46	5,15
B34	0,85	1,43	1,72
S1.10	35,01	54,09	63,01
s1.10-s1.11	35,01	54,09	63,00
B36	2,19	3,95	4,81
Vila Inglesa	2,08	3,82	4,67
S8.1	2,08	3,82	4,67
s8.1-s8.2	2,08	3,82	4,67
B37	2,27	3,63	4,26
B38	3,36	5,07	5,86
S8.2	3,78	6,36	7,71
s8.2-s8.3	3,77	6,36	7,71
B39	1,14	1,63	1,85
S8.3	4,73	7,08	8,17
B35	4,75	7,32	8,52
S1.11	43,78	67,27	78,23
s1.11-s1.12	43,77	67,26	78,22
B40	4,89	7,36	8,49
B41	1,73	2,95	3,55
S1.12	50,30	77,36	89,99
s1.12-s1.13	50,30	77,35	89,98



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B43	2,38	4,01	4,79
S9.1	2,38	4,01	4,79
s9.1-s9.2	2,38	4,01	4,78
B44	1,20	1,87	2,18
S9.2	3,42	5,65	6,71
B42	1,40	2,36	2,82
S1.13	54,12	83,68	97,50

6.1.1 Passagem 1 – Ponte na Avenida Capitão Tassaburu

- Forma circular – 3 tubulações de ϕ 600mm

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
1,20	1,80	0,50	0,26	0,43	0,60	0,70	2,71

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	2,46
50	2,09
10	1,30

A passagem atende somente às demandas hidrológicas para os períodos de retorno de 50 e de 10 anos.

6.1.2 Passagem 2 – Ponte na Rua Ana Maria da Costa

- Forma circular – tubulação de ϕ 2500mm

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,63	2,50	0,00	0,50	8,10	1,96	4,70	0,51	1,65	3,43	1,20

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	8,10
50	7,02
10	4,68

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno



estudados.

6.1.3 Passagem 3 – Ponte entre Rua Ana Maria da Costa e Avenida Capitão Tassaburu

- Forma retangular – 3,90m de largura x 1,50m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,40	1,40	0,00	0,00	8,10	3,90	3,90	1,48	1,48	2,73	0,76

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	8,10
50	7,02
10	4,68

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.4 Passagem 4 – Ponte na Rua Sagrada Família

- Forma retangular – 2,50m de largura x 1,30m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,41	1,20	0,00	0,00	8,10	2,50	3,20	1,79	2,70	3,17	1,02

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	8,10
50	7,02
10	4,68

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.5 Passagem 5 – Ponte na Avenida Mateus da Costa Pinto

- Forma retangular – 6,90m de largura x 3,00m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,89	2,90	0,00	1,00	22,53	6,90	3,70	1,18	1,13	3,18	1,03



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	22,53
50	19,22
10	12,19

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.6 Passagem 6 – Ponte na Rua Cristine Correa

- Forma retangular – 5,10m de largura x 2,70m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,64	2,60	0,00	0,50	22,53	5,10	4,52	1,46	1,70	3,51	1,26

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	22,53
50	19,22
10	12,19

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.7 Passagem 7 – Ponte na Rua Oitenta e Cinco

- Forma retangular – 4,90m de largura x 3,10m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,09	3,00	0,00	0,50	28,84	4,90	5,00	1,42	1,96	3,87	1,52

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	28,84
50	24,54
10	15,45

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.8 Passagem 8 – Ponte na Rua Emílio Rosa

- Forma retangular – 7,70m de largura x 2,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,72	2,70	0,00	0,50	28,84	7,70	6,00	1,44	1,39	3,32	1,13

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	28,84
50	24,54
10	15,45

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.9 Passagem 9 – Ponte na Rua Orestes Girardi

- Forma retangular – 3,30m de largura x 0,75m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
0,70	0,70	0,00	0,00	2,99	3,30	3,30	1,29	1,29	2,07	0,44

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	2,99
50	2,48
10	1,42

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.10 Passagem 10 – Ponte na Avenida Dr. Januário

- Forma retangular – 3,25m de largura x 1,65m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
0,70	0,60	0,00	0,50	2,99	3,20	6,00	0,67	1,56	2,09	0,45



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	2,99
50	2,48
10	1,42

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.11 Passagem 11 – Ponte na Travessa Benedito da Costa Manso

- Forma retangular – 4,90m de largura x 1,90m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,52	2,42	0,70	9,31	4,90	1,90	34,30	3,68

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	34,30
50	29,22
10	18,45

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.12 Passagem 12 – Ponte na Travessa Alcides Pereira da Silva

- Forma retangular – 6,40m de largura x 2,10m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,25	2,00	0,00	0,50	34,30	6,40	9,00	1,50	2,68	3,75	1,43

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	34,30
50	29,22
10	18,45

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.13 Passagem 13 – Ponte na Rua Maria Augusta Teixeira

- Forma retangular – 5,50m de largura x 3,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,75	3,70	0,00	0,00	34,30	5,50	6,50	1,41	1,69	3,94	1,58

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	34,30
50	29,22
10	18,45

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.14 Passagem 14 – Ponte do Mercado Municipal

- Forma retangular – 5,30m de largura x 2,10m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,16	2,26	0,70	11,13	5,30	2,10	36,50	3,28

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.

6.1.15 Passagem 15 – Ponte na Rua Dr. Adhemar Pereira de Barros

- Forma retangular – 7,70m de largura x 2,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,84	2,70	0,00	0,50	48,91	7,70	8,80	1,68	2,35	3,96	1,60

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.16 Passagem 16 – Ponte na Travessa Maurício Comoglio

- Forma retangular – 4,80m de largura x 2,00m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,25	1,90	0,00	0,50	26,38	4,80	8,20	1,26	2,89	3,78	1,46

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.

6.1.17 Passagem 17 – Ponte na Rua Dr. Reid

- Forma retangular – 10,50m de largura x 3,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,12	2,00	0,00	0,50	48,91	10,50	12,00	1,77	2,33	3,58	1,30

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.18 Passagem 18 – Passarela de Pedestres sobre o Córrego Capivari

- Forma retangular – 6,50m de largura x 2,70m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,43	3,13	0,70	12,15	4,50	2,70	48,91	4,03



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.19 Passagem 19 – Ponte na Rua Francisco de Oliveira

- Forma trapezoidal – 5,75m de largura x 2,15m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,39	2,49	0,70	9,66	4,60	2,10	35,00	3,62

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	48,91
50	41,67
10	26,38

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.

6.1.20 Passagem 20 – Ponte na Rua Frei Orestes Girardi

- Forma retangular – 4,50m de largura x 2,50m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,56	1,50	0,00	0,00	12,05	4,50	5,50	1,40	1,79	2,97	0,90

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,05
50	10,11
10	6,08

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.21 Passagem 21 – Ponte da Linha Férrea

- Forma retangular – 5,60m de largura x 3,50m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,54	1,50	0,00	0,50	12,05	5,60	6,00	1,16	1,43	2,76	0,78

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,05
50	10,11
10	6,08

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.22 Passagem 22 – Ponte na Rua Dr. Januário Miraglia

- Forma retangular – 4,10m de largura x 2,90m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,56	1,50	0,00	0,00	12,05	4,10	4,50	1,73	1,96	3,07	0,96

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,05
50	10,11
10	6,08

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.23 Passagem 23 – Ponte na Rua Neme S. Najar

- Forma retangular – 8,10m de largura x 2,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,96	2,70	0,00	0,50	58,78	8,10	12,00	1,47	2,69	4,14	1,75

- Demanda Hidrológica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tr (anos)	Q (m³/s)
100	58,78
50	50,32
10	32,32

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.24 Passagem 24 – Ponte na Rua Amadeu Carletti Jr.

- Forma retangular – 10,00m de largura x 1,50m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,41	1,91	0,70	3,15	2,10	1,50	10,30	3,27

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,33
50	10,30
10	6,08

A passagem atende somente às demandas hidrológicas para os períodos de retorno de 50 e de 10 anos.

6.1.25 Passagem 25 – Passarela de Pedestres sobre o Capivari

- Forma trapezoidal – 12,50m de largura x 2,70m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,98	2,60	0,00	0,50	69,48	8,50	13,00	1,61	3,14	4,31	1,90

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	69,48
50	59,24
10	37,57

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.26 Passagem 26 – Ponte na Alameda 20

- Forma trapezoidal – 7,20m de largura x 2,70m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,88	2,60	0,00	0,00	41,27	5,40	8,00	1,79	2,94	4,22	1,87

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	76,15
50	64,97
10	41,27

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.

6.1.27 Passagem 27 – Ponte na Rua Renato Ribeiro

- Forma retangular – 9,90m de largura x 3,40m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,49	3,30	0,00	0,50	76,15	9,90	15,00	1,30	2,33	4,23	1,82

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	76,15
50	64,97
10	41,27

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.28 Passagem 28 – Ponte na Avenida José de Oliveira Damas

- Forma trapezoidal – 15,50m de largura x 2,50m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,52	2,40	0,00	0,50	76,15	12,20	13,00	2,12	2,60	3,94	1,58

- Demanda Hidrológica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tr (anos)	Q (m³/s)
100	76,15
50	64,97
10	41,27

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.29 Passagem 29 – Ponte na Rua Raphael Pelegrino Gianotti

- Forma retangular – 8,30m de largura x 3,00m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,14	2,90	0,00	0,50	97,45	8,30	9,00	3,45	4,05	4,87	2,41

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	97,45
50	83,12
10	52,72

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.30 Passagem 30 – Ponte na Praça Castro Alves

- Forma trapezoidal – 10,00m de largura x 2,30m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,24	2,54	0,70	14,95	6,50	2,30	52,72	3,53

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	97,45
50	83,12
10	52,72

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.31 Passagem 31 – Ponte na Rua Três Chaminés

- Forma retangular – 10,00m de largura x 2,00m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,84	2,84	0,70	21,00	10,00	2,10	83,14	4,16

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	97,45
50	83,12
10	52,72

A passagem atende somente às demandas hidrológicas para os períodos de retorno de 50 e de 10 anos.

6.1.32 Passagem 32 – Ponte na Alameda das Grinaldas

- Forma retangular – 9,80m de largura x 3,60m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,76	3,50	0,00	0,50	108,23	9,80	11,00	2,24	3,16	4,77	2,32

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	108,23
50	92,35
10	58,64

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.33 Passagem 33 – Ponte na Avenida Engenheiro Prudente de Morais

- Forma trapezoidal – 8,90m de largura x 2,50m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,01	2,51	0,70	18,75	7,30	2,50	59,99	3,53

- Demanda Hidrológica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tr (anos)	Q (m³/s)
100	97,45
50	83,12
10	52,72

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.

6.1.34 Passagem 34 – Ponte na Rua Profª Dora L. Richier

- Forma retangular – 2,70m de largura x 1,40m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,39	1,30	0,00	0,50	12,05	5,00	6,00	1,29	1,85	2,87	0,84

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,05
50	10,11
10	6,08

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.35 Passagem 35 – Ponte na Rua Escócia

- Forma retangular – 4,50m de largura x 1,20m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,08	1,33	0,60	5,63	4,50	1,25	12,05	2,14

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	12,05
50	10,11
10	6,08

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.36 Passagem 36 – Ponte da Represa Itatinga

- Forma retangular – 4,30m de largura x 3,00m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,92	2,90	0,00	0,00	7,81	4,30	15,00	0,18	0,63	2,61	0,70

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	7,81
50	6,39
10	3,00

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.37 Passagem 37 – Ponte na Monte Carlo, próxima à Represa Itatinga

- Forma retangular – 5,30m de largura x 1,90m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,80	1,80	0,00	0,00	7,81	5,30	5,50	0,79	0,82	2,44	0,60

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	7,81
50	6,39
10	3,00

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.38 Passagem 38 – Ponte entre a Rua Monte Carlo e a Rua Epaminondas de Paula Freitas

- Forma retangular – 4,20m de largura x 2,20m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,11	2,10	0,00	0,00	5,30	4,20	6,00	0,42	0,60	2,31	0,55

- Demanda Hidrológica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tr (anos)	Q (m³/s)
100	5,30
50	4,30
10	2,30

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.39 Passagem 39 – Ponte na Rua Comendador José Schafer

- Forma retangular – 9,50m de largura x 1,10m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,03	1,00	0,00	0,00	8,32	9,50	16,00	0,50	0,88	2,05	0,43

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	8,32
50	6,83
10	3,79

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.40 Passagem 40 – Ponte na Rua 1

- Forma trapezoidal – 4,90m de largura x 0,45m de altura

h1(m)	h2(m)	Cd	A(m²)	B(m)	H(m)	Q(m³/s)	V(m/s)
0,18	0,63	0,70	1,94	4,30	0,45	3,79	1,96

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	8,32
50	6,83
10	3,79

A passagem atende somente à demanda hidrológica para o período de retorno de 10 anos.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.1.41 Passagem 41 – Ponte na Rua Rômulo F. Beré

- Forma trapezoidal – 3,40m de largura x 1,10m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,03	1,00	0,00	0,50	2,81	3,40	7,00	0,36	0,83	2,01	0,41

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	2,81
50	2,35
10	1,40

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.42 Passagem 42 – Rua Pedro Vicente Junior

- Forma retangular – 5,80m de largura x 1,20m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,10	1,10	0,00	0,00	5,30	5,80	5,80	0,83	0,83	2,08	0,44

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	5,30
50	4,30
10	2,30

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.43 Passagem 43 – Avenida José M. Gonçalves

- Forma retangular – 4,80m de largura x 2,80m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,70	2,70	0,00	0,00	16,55	4,80	4,80	1,28	1,28	3,23	1,07

- Demanda Hidrológica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tr (anos)	Q (m³/s)
100	16,55
50	13,89
10	8,30

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.1.44 Passagem 44 – Rua Dr. Djalma Forjaz

- Forma retangular – 2,50m de largura x 2,20m de altura

y1(m)	y2(m)	m2(H/V)	m1(H/V)	Q(m³/s)	B2(m)	B1(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,36	2,30	0,00	0,80	15,80	4,80	5,00	0,97	1,43	3,18	1,03

- Demanda Hidrológica

Tr (anos)	Q (m³/s)
100	15,80
50	13,22
10	7,84

A passagem atende às demandas hidrológicas para os três períodos de retorno estudados.

6.2 Cenário tendencial

O cenário tendencial, também denominado cenário futuro, representa as condições de uso e ocupação do solo para o horizonte de 20 anos (2037) e, consequentemente, da impermeabilização do solo e ampliação dos picos de vazão, sem a implantação das medidas de controle propostas pelo Plano.

Os resultados das simulações hidrológicas são apresentados na Tabela 4.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tabela 4 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário tendencial

Exutório	Vazões de pico (m ³ /s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B1	3,18	5,00	5,84
B3	4,81	6,93	7,89
B2	2,12	3,23	3,75
S2.1	2,12	3,23	3,75
s2.1-s2.2	2,12	3,23	3,75
S2.2	6,73	9,84	11,26
B4	1,10	1,61	1,85
S1.1	8,20	12,13	13,93
s1.1-s1.2	8,20	12,13	13,92
B6	2,09	3,22	3,74
B5	1,03	1,49	1,69
S1.2	11,22	16,67	19,17
s1.2-s1.3	11,21	16,66	19,16
B9	2,44	3,95	4,67
B8	3,36	5,07	5,85
S3.1	3,36	5,07	5,85
s3.1-s3.2	3,36	5,06	5,85
S3.2	4,16	6,38	7,41
B7	1,93	2,85	3,27
S1.3	16,64	24,97	28,80
s1.3-s1.4	16,64	24,96	28,79
B11	0,60	1,05	1,28
B12	0,59	1,02	1,23
S4.1	1,18	2,05	2,49
s4.1-s4.2	1,18	2,05	2,48
B13	0,79	1,19	1,38
S4.2	1,81	3,04	3,63
B14	2,98	4,50	5,21
B10	0,61	0,81	0,91
S1.4	21,46	32,57	37,71
s1.4-s1.5	21,46	32,56	37,70
B16	0,99	1,50	1,74
B15	0,31	0,43	0,48
S1.5	22,39	33,98	39,35
s1.5-s1.6	22,38	33,98	39,34
B18	1,92	2,77	3,15
B19	2,14	3,02	3,42
S5.1	3,99	5,70	6,47



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico (m3/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
s5.1-s5.2	3,99	5,70	6,47
B20	1,55	2,22	2,52
S5.2	5,53	7,91	8,99
B17	1,01	1,41	1,59
S1.6	26,76	40,43	46,73
s1.6-s1.7	26,74	40,41	46,71
B22	2,07	3,69	4,49
B23	0,52	0,74	0,83
S6.1	2,07	3,69	4,49
s6.1-s6.2	2,07	3,69	4,49
B25	2,10	3,39	4,00
B24	0,89	1,28	1,46
Itatinga	3,42	5,75	6,86
S6.2	3,42	5,75	6,86
s6.2-s6.3	3,42	5,75	6,86
B26	4,63	6,63	7,52
S6.3	6,63	9,93	11,46
B21	4,40	6,65	7,68
S1.7	34,87	52,24	60,22
s1.7-s1.8	34,87	52,23	60,21
B28	7,27	10,34	11,72
B27	0,85	1,32	1,54
S1.8	41,66	62,20	71,61
s1.8-s1.9	41,66	62,19	71,61
B30	5,38	8,67	10,22
B31	2,91	4,69	5,54
S7.1	7,13	11,50	13,56
s7.1-s7.2	7,13	11,50	13,56
B32	0,71	1,12	1,32
S7.2	7,80	12,57	14,81
B29	0,91	1,27	1,43
S1.9	45,33	68,10	78,60
s1.9-s1.10	45,31	68,09	78,59
B33	2,97	4,46	5,15
B34	0,85	1,43	1,72
S1.10	48,19	72,39	83,53
s1.10-s1.11	48,18	72,37	83,52
B36	2,19	3,95	4,81
Vila Inglesa	2,19	3,94	4,80



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico (m3/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
S8.1	2,19	3,94	4,80
s8.1-s8.2	2,19	3,94	4,80
B37	2,27	3,63	4,26
B38	3,36	5,07	5,86
S8.2	4,07	6,94	8,32
s8.2-s8.3	4,07	6,94	8,32
B39	1,14	1,63	1,85
S8.3	4,73	7,22	8,64
B35	4,75	7,32	8,52
S1.11	56,24	84,45	97,46
s1.11-s1.12	56,23	84,44	97,45
B40	4,89	7,36	8,49
B41	2,58	4,19	4,96
S1.12	63,42	95,45	110,25
s1.12-s1.13	63,41	95,44	110,24
B43	2,38	4,01	4,79
S9.1	2,38	4,01	4,79
s9.1-s9.2	2,38	4,01	4,78
B44	1,20	1,87	2,18
S9.2	3,42	5,65	6,71
B42	1,76	2,87	3,39
S1.13	67,16	101,61	117,58

6.3 Cenários Alternativos

Os cenários alternativos de planejamento utilizam os dados do cenário tendencial de crescimento populacional e uso e ocupação do solo, porém, com as interferências do controle de escoamento das águas pluviais. Estes cenários objetivam estimar os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas, considerando as medidas estruturais e não estruturais propostas.

Os itens seguintes apresentam medidas estruturais e não estruturais comumente utilizadas em cidades brasileiras e que podem vir a ser implantadas no município de Campos do Jordão.



Medidas estruturais são aquelas que se utilizam da construção de estruturas hidráulicas a fim de reduzir o impacto das inundações. Essas obras podem ser:

- *Extensivas*: agem ao longo de toda a bacia procurando modificar a relação precipitação/vazão.
- *Intensivas*: agem no rio diretamente, podendo alterar seu escoamento ou modificar seu curso.

6.3.1 Reservatórios de retenção

Reservatórios são exemplos de medida estrutural intensiva, cuja função é reter temporariamente parte do volume escoado pelo curso d'água ao qual ele está interligado, reduzindo a vazão de pico do mesmo e aumentando o tempo de concentração da bacia.

Por suas características estruturais um reservatório pode ser definido como:

- *In line*: construído no próprio fundo de vale do curso d'água;
- *Off line*: construído lateralmente ao curso d'água;
- *Seco*: contém água apenas à base do escoamento excessivo do rio, sendo que sua estrutura pode ter outras finalidades quando não está em uso;
- *Molhado*: permanece sempre com um volume de água, tendo múltiplas funções além da diminuição da vazão do curso d'água.

O hidrograma da Figura 17 demonstra o amortecimento da vazão máxima.

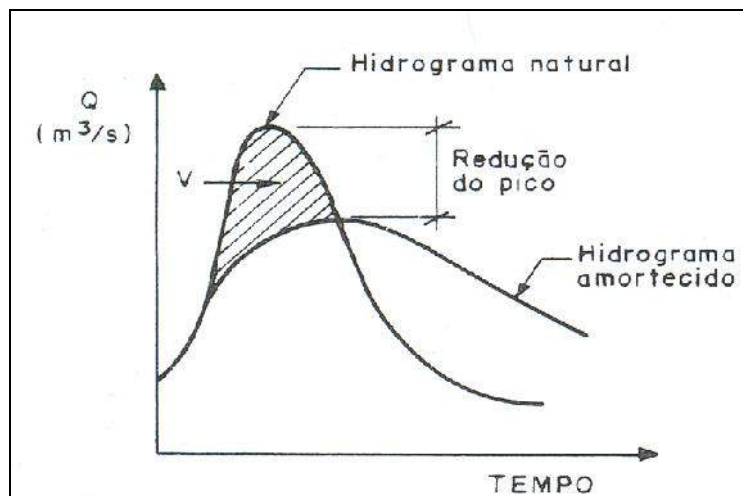


Figura 17 - Gráfico Vazão x Tempo demonstrando o hidrograma amortecido

Fonte: TUCCI (2000)

Os reservatórios de Itatinga, no córrego Abernæssia e Vila Inglesa, no ribeirão das Perdizes, foram estudados para verificação da possibilidade de realização de escavação para aumento do volume de reservação e redução das vazões máximas.

A simulação de escavação dos reservatórios fez-se baseando-se nos seguintes critérios:

Tabela 5 – Critérios de escavação dos reservatórios existentes

Reservatório	Itatinga	Vila Inglesa
Critério		
Inclinação dos taludes	2:1	2:1
Cota de topo	1632	1621
Cota de fundo	1628	1616

A cota de topo do reservatório Itatinga foi definida pela cota da ponte 38, rua Monte Carlo. A cota de fundo sob a ponte 36, rua José Mota, foi definida com escavação de 0,80 metros do fundo.

A cota de topo do reservatório Vila Velha foi definida pela cota da ponte 41. A cota de fundo foi definida pela cota de fundo logo a montante do vertedor.



O relatório técnico 5.3 apresenta a situação atual dos reservatórios de retenção em questão, de onde foram baseadas as propostas de adequação dos mesmos. Para o reservatório Itatinga foram simulados a construção de uma barragem (Tabela 6) e para o reservatório Vila Velha a adequação das estruturas existentes (Tabela 7).

Tabela 6 – Simulação do Reservatório Itatinga

Altura da barragem (m)	4,00
Saída de fundo	$\phi = 0,60$ m
Soleira do vertedor em relação ao fundo (m)	3,00
Tipo de vertedor	retangular
Largura do vertedor (m)	5,00

Tabela 7 – Simulação do Reservatório Vila Inglesa

Altura da barragem (m)	5,00
Saída de fundo	$\phi = 0,50$ m
Soleira do vertedor em relação ao fundo (m)	4,00
Tipo de vertedor	Retangular
Largura do vertedor (m)	6,00

6.3.2 Modificação da calha do rio

O processo de modificar a calha de um rio significa melhorar as condições de escoamento alterando a seção geométrica do canal, declividade e a rugosidade das paredes e do fundo, de modo possibilitar o rebaixamento da linha d'água das cheias e promover.

Embora seja um método amplamente utilizado, antes da sua implementação o caso deve ser estudado com afinco, uma vez que essa mudança pode acarretar diversas mudanças nas regiões à jusante do curso d'água.



A canalização também produz o aumento da velocidade e, conseqüentemente, do transporte de grandes volumes de sólidos, os quais podem ocasionar dificuldades à jusante.

Além do incremento no volume de sólidos, as velocidades elevadas afetam as ondas de enchentes, podendo fazer coincidir as descargas críticas do curso principal com a de seus afluentes, de forma diversa a que ocorreria naturalmente, ampliando as vazões máximas.

Neste estudo propõe-se a canalização do ribeirão Capivari. Os trechos e as seções geométricas foram definidas em função das vazões calculadas para o cenário tendencial (futuro), dimensão das pontes existentes, largura e profundidade disponíveis e pontos críticos de inundação. As seções propostas para cada trecho são apresentadas a seguir.

6.3.2.1 Trecho 1 – Canal retangular em concreto, entre a rua Cristiane Correa (Vila Matilde) e travessa Alcides Pereira da Silva (Abernéssia).

Seção retangular: 5,30m x 3,00m.

b(m)	yo(m)	Ao(m ²)	P(m)	Rh(m)	n	Q(m ³ /s)	So (m/m)	V(m/s)
5,3	2,87	15,20	11,03	1,38	0,018	46,73	0,002	3,08

6.3.2.2 Trecho 2 – Canal retangular em concreto, entre a travessa Alcides Pereira da Silva (Abernéssia) e rua Francisco C. de Oliveira (Vila Thelma).

Seção retangular: 5,30m x 3,50m.

b(m)	yo(m)	Ao(m ²)	P(m)	Rh(m)	n	Q(m ³ /s)	So (m/m)	V(m/s)
5,30	3,37	17,88	12,05	1,48	0,018	57,80	0,002	3,23

6.3.2.3 Trecho 3 – Canal retangular em concreto, entre a rua Francisco C. de Oliveira (Vila Thelma) e rua Neme S. Najar (Vila Jaguaribe).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Seção retangular: 6,00m x 3,50m.

b(m)	yo(m)	Ao(m ²)	P(m)	Rh(m)	n	Q(m ³ /s)	So (m/m)	V(m/s)
6,00	3,41	20,44	12,81	1,60	0,018	69,35	0,002	3,39

No ribeirão Capivari, no trecho entre a rua Neme S. Najar (Vila Jaguaribe) e a rua da Orla (Residêncial Jardim Vêu da Noiva), é proposta a escavação e limpeza do fundo do ribeirão e de suas margens. A seção proposta para este trecho é apresentada a seguir:

6.3.2.4 Trecho 1 – Canal trapezoidal sem revestimento, entre a rua Neme S. Najar (Vila Jaguaribe) e a avenida José M. Gonçalves (Parque Central).

Seção trapezoidal: 8,00m x 3,50m.

b(m)	yo(m)	Ao(m ²)	P(m)	Rh(m)	n	Q(m ³ /s)	So (m/m)	V(m/s)
8,00	2,94	40,85	21,16	1,93	0,030	94,43	0,002	2,31

6.3.2.5 Trecho 2 – Canal trapezoidal sem revestimento, entre a avenida José M. Gonçalves (Parque Central) e a Alameda das Grinaldas (Residêncial Jardim Vêu da Noiva).

Seção trapezoidal: 10,00 m x 3,50m.

b(m)	yo(m)	Ao(m ²)	P(m)	Rh(m)	n	Q(m ³ /s)	So (m/m)	V(m/s)
10,00	2,98	47,65	23,34	2,01	0,030	114,29	0,002	2,40

Onde:

b: largura da base do canal sob a ponte (m);

y0: altura da linha d'água (m);

A0: área correspondente à altura da linha d'água (m²);

P: perímetro molhado (m);

Rh: raio hidráulico (m);

n: rugosidade de Manning;

Q: vazão (m³/s);



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



So: declividade do canal (m/m);

V: velocidade de escoamento da água no canal (m/s).

6.3.3 Adequação de travessias

É proposta a substituição de algumas pontes (travessias) que não atendem às vazões com período de retorno de 100 anos. As seções das pontes foram definidas em função da seção dos canais existentes e também dos canais propostos.

6.3.3.1 Ponte 1 – Ponte na Avenida Capitão Tassaburu, no córrego Piracuama

Seção retangular: 2,00m x 1,00m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
0,80	0,90	1,00	0,00	3,75	1,00	2,00	3,59	3,25	8,87	1,02

6.3.3.2 Ponte 14 – Ponte do Mercado Municipal, no ribeirão Capivari

Seção retangular: 5,30m x 3,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,87	2,85	0,00	0,00	57,80	5,30	5,30	3,80	3,82	4,75	2,30

6.3.3.3 Ponte 16 – Ponte na Travessa Maurício Comoglio

Seção retangular: 5,30m x 3,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
3,36	2,80	0,00	0,00	57,80	8,20	5,30	2,10	3,89	4,75	2,30

6.3.3.4 Ponte 19 – Ponte na Rua Francisco de Oliveira

Seção retangular: 6,00m x 3,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,72	2,50	0,00	0,00	57,80	6,50	6,00	3,27	3,85	4,56	2,11



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



6.3.3.5 Ponte 24 – Ponte na Rua Amadeu Carletti Jr.

Seção retangular: 10,00m x 2,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
1,89	1,93	0,00	0,00	14,81	9,00	10,00	0,87	0,78	2,44	0,61

6.3.3.6 Ponte 26 – Ponte na Alameda 20

Seção retangular: 8,00m x 3,00m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,53	2,50	0,00	0,00	80,89	8,00	8,00	4,00	4,04	4,63	2,18

6.3.3.7 Ponte 30 – Ponte na Praça Castro Alves

Seção retangular: 10,00m x 3,00m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,60	2,50	0,00	0,00	94,43	9,00	10,00	3,52	3,78	3,57	2,09

6.3.3.8 Ponte 31 – Ponte na Rua Três Chaminés

Seção retangular: 10,50m x 3,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,62	2,60	0,00	0,00	107,04	10,50	10,50	3,89	3,92	4,64	2,20

6.3.3.9 Ponte 33 – Ponte na Avenida Engenheiro Prudente de Moraes

Seção retangular: 10,50m x 3,50m.

y1(m)	y2(m)	m1(H/V)	m2(H/V)	Q(m ³ /s)	B1(m)	B2(m)	V1(m/s)	V2(m/s)	Vc(m/s)	yc(m)
2,86	2,60	0,00	0,00	107,04	10,00	10,50	3,31	3,92	4,64	2,20

Onde:

y1: altura água de montante (m);

y2: altura água sob a ponte (m);

yc: altura crítica do canal sob a ponte (m);

m1: inclinação dos taludes do canal a montante (H/V);



m2: inclinação dos taludes do canal sob a ponte (H/V);
Q: vazão (m^3/s);
B1: largura da base do canal à montante da ponte (m);
B2: largura equivalente da base do canal sob a ponte (m);
V1: velocidade de escoamento da água à montante da ponte (m/s);
V2: velocidade de escoamento da água sob a ponte (m/s);
Vc: velocidade de escoamento crítica (m/s).

6.3.4 Infiltração

A infiltração tem grande importância quando se objetiva reduzir a vazão de escoamento superficial. Na maioria das cidades a falta de espaço dificulta a criação de áreas verdes onde a infiltração pudesse ocorrer, o que torna necessária a execução de novas alternativas de retardo do escoamento e também na incorporação de nova postura de utilização de materiais de pavimentação.

Alguns cuidados devem ser tomados com relação à infiltração da água no solo, uma vez que esta pode ocasionar elevação excessiva do lençol freático e acarretar diversos problemas como: deslizamento de taludes, trincas e rachaduras em pisos e paredes de residências, surgimento de manchas de umidade em paredes, interferência nas estruturas dos edifícios e contaminação do lençol freático por águas poluídas.

6.3.5 Interceptação Vegetal

Interceptação vegetal é a interferência que a cobertura vegetal promove na quantidade de água precipitada, retardando a sua chegada ao solo. Parte dessa água escoará pelos galhos, enquanto a outra parte irá evaporar, ou ainda re-precipitar no caso das folhas ficarem saturadas ou se houver corrente de vento.

O método retém a água em seu local de incidência, reduzindo o volume à jusante, favorecendo a expansão e conservação de áreas verdes e protegendo o solo contra erosão.



As características que influenciam nesse processo são: intensidade e volume da precipitação, volume e data da precipitação anterior, intensidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar, radiação solar, tipo e concentração da vegetação.

6.3.6 Parque Linear

Os Parques Lineares são estruturas construídas nas áreas urbanas que buscam conciliar os aspectos urbanos e os ambientais, além das exigências da legislação e a situação atual.

São constituídos por áreas lineares, comumente construídos em fundos de vale ao longo de cursos de rios, tendo funções tanto hidrológicas quanto urbanísticas de uso humano.

Das funções hidrológicas, as principais são: aumentar a área de várzea dos rios, evitar a ocupação irregular de áreas de preservação permanente (APP) e diminuir o grau de impermeabilização da bacia. Das funções de uso humano, tem-se que as principais são: disponibilizar locais para a realização de atividades de lazer, construção de caminhos de pedestres ou ciclovias.

No Plano Diretor Municipal é citada a necessidade em urbanizar áreas com ocupações irregulares, reurbanização das principais vilas e proteção de matas ciliares, ações estas que podem vir a ser atendidas por meio da criação do parque Linear.

As áreas disponibilizadas para a criação de um parque linear podem ainda servir de faixa de servidão para passagem dos coletores da rede de esgotamento sanitário, problemática esta observada no município e uso da área para este fim previsto na legislação municipal.

6.3.7 Diques e Polders

Diques, ou polders, são muros construídos lateralmente ao curso d'água de forma a elevar artificialmente a margem do rio, assim protegendo áreas ribeirinhas em cotas inferior ao nível d'água ou em locais em que a elevação do nível da água venha a inundar sua várzea.

É importante destacar que o risco de rompimento das estruturas devido a uma enchente maior que a de projeto está sempre presente, por esse motivo a construção de muros muito altos deve ser evitada.

A construção dos diques ou polders torna necessária a instalação de bombas na região, as quais deverão esgotar a água represada pela cota maior do rio. Essa água pode tanto ser proveniente de um extravasamento do córrego como da precipitação sobre as bacias laterais. Também é possível o uso de drenos ou comportas. Esse evento é ilustrado na Figura 18.

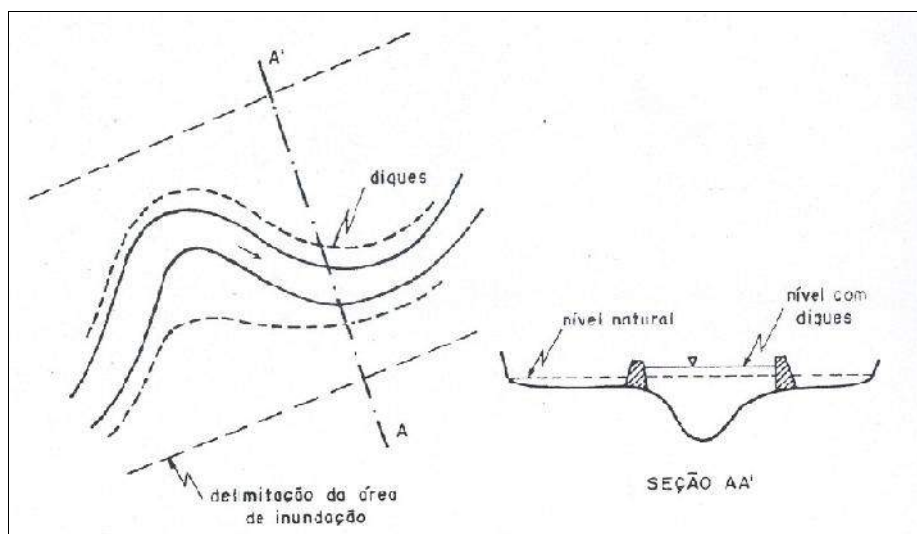


Figura 18 - Impacto da construção do dique

Fonte: TUCCI (2001)

6.3.8 Resultado das modelagens com adoção de Medidas estruturais para controle de cheias

Foram simulados os efeitos dos reservatórios de retenção e da canalização do ribeirão Capivari sobre as vazões máximas, para período de retorno de 100 anos.

Os reservatórios com simulação de escavação para ampliação do volume de reservação mostram-se eficientes na redução das vazões máximas no rio em que se encontram. A redução do pico de vazão é de 38% do reservatório Itatinga (Figura 19) e

de 80% do Vila Inglesa (Figura 20). Porém, não influenciam na redução das vazões do ribeirão Capivari, conforme observa-se na Tabela 8. Tal fato ocorre devido à área de contribuição relativamente pequena destes afluentes quando comparada com a bacia de todo o ribeirão Capivari.

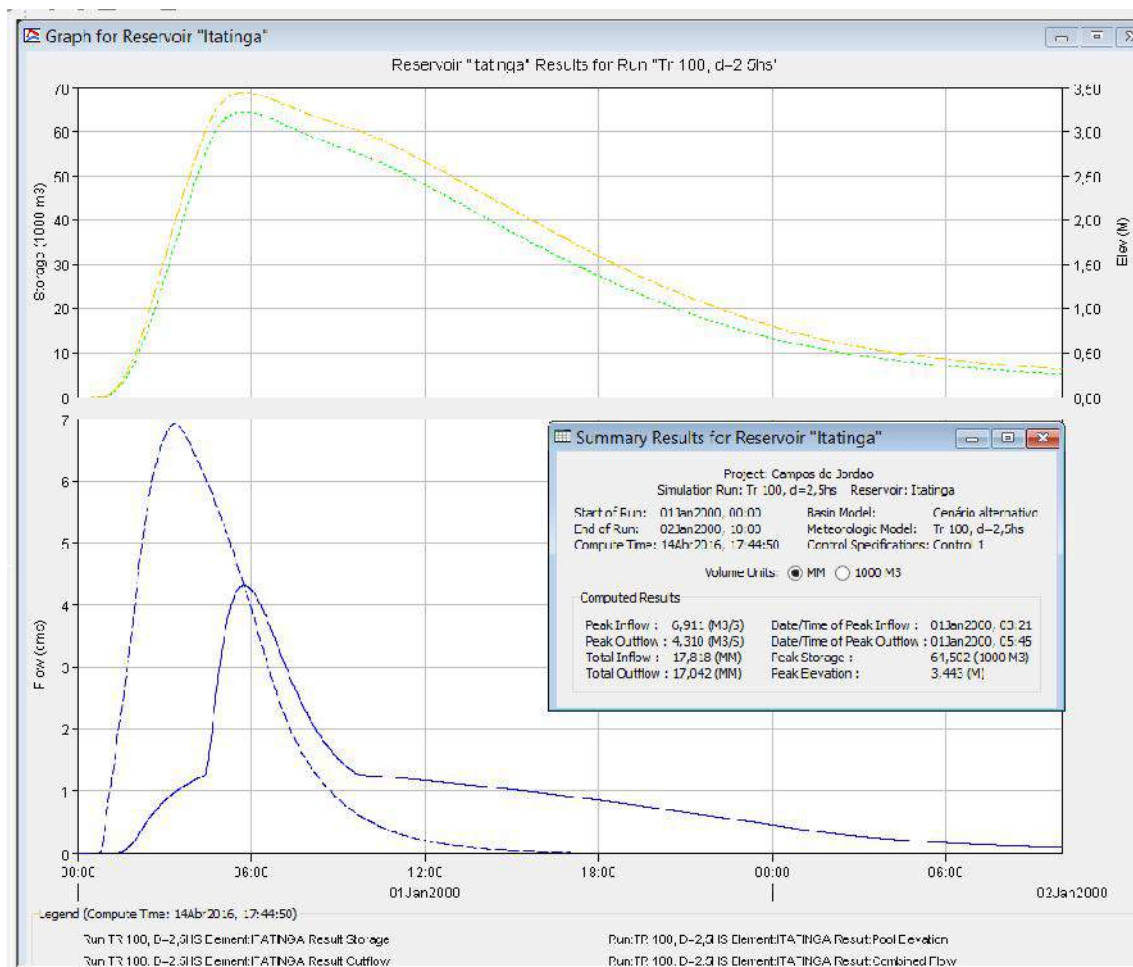


Figura 19 – Redução de pico de vazão no Reservatório Itatinga

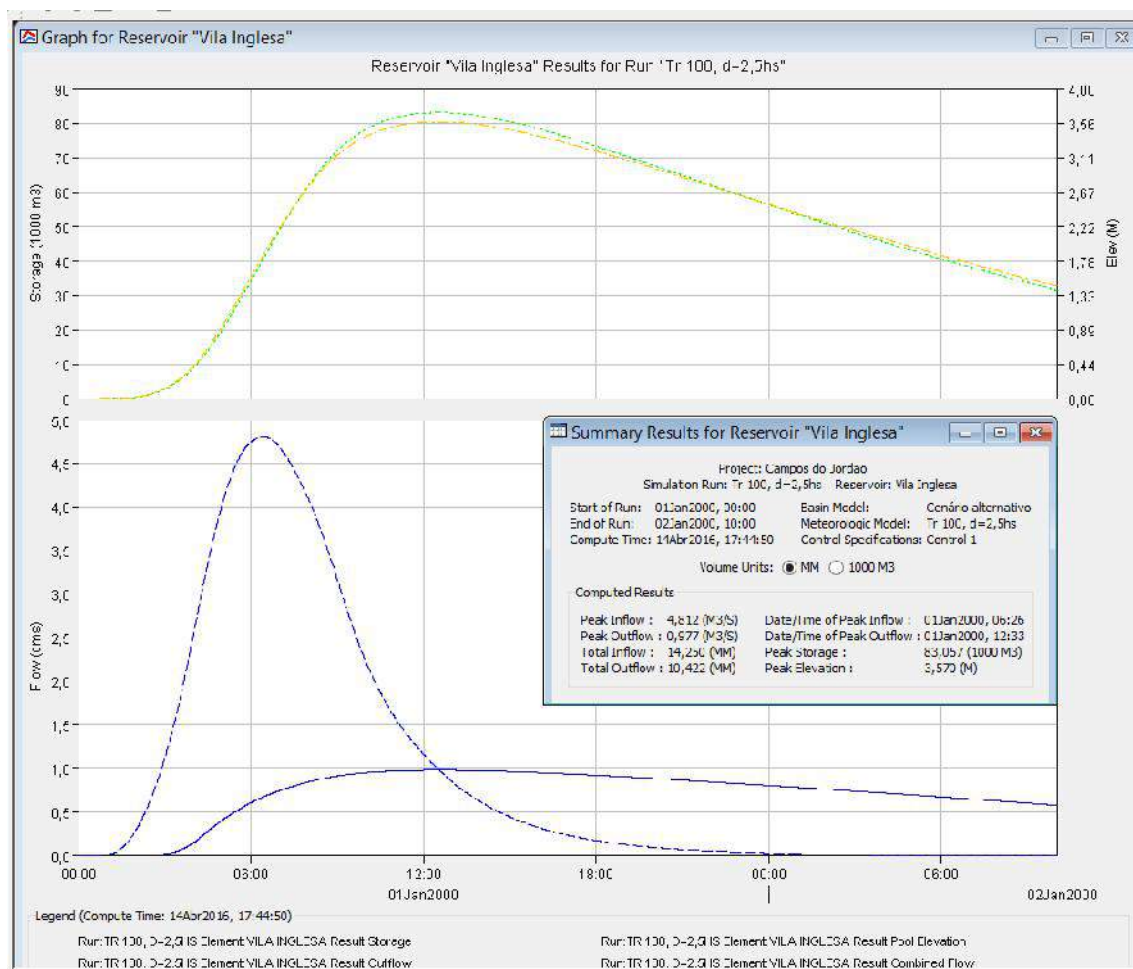


Figura 20 - Redução de pico de vazão no Reservatório Vila Inglesa

Tabela 8 – Resultados das simulações hidrológicas – cenário alternativo

Exutório	Vazões de pico (m³/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B1	3.18	5.00	5.84
B3	4.81	6.93	7.89
B2	2.12	3.23	3.75
S2.1	2.12	3.23	3.75
s2.1-s2.2	2.12	3.23	3.75
S2.2	6.73	9.84	11.26
B4	1.10	1.61	1.85
S1.1	8.20	12.13	13.93
s1.1-s1.2	8.20	12.13	13.92
B6	2.09	3.22	3.74



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico (m3/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B5	1.03	1.49	1.69
S1.2	11.22	16.67	19.17
s1.2-s1.3	11.21	16.66	19.16
B9	2.44	3.95	4.67
B8	3.36	5.07	5.85
S3.1	3.36	5.07	5.85
s3.1-s3.2	3.36	5.06	5.85
S3.2	4.16	6.38	7.41
B7	1.93	2.85	3.27
S1.3	16.64	24.97	28.80
s1.3-s1.4	16.64	24.96	28.79
B11	0.60	1.05	1.28
B12	0.59	1.02	1.23
S4.1	1.18	2.05	2.49
s4.1-s4.2	1.18	2.05	2.48
B13	0.79	1.19	1.38
S4.2	1.81	3.04	3.63
B14	2.98	4.50	5.21
B10	0.61	0.81	0.91
S1.4	21.46	32.57	37.71
s1.4-s1.5	21.46	32.56	37.70
B16	0.99	1.50	1.74
B15	0.31	0.43	0.48
S1.5	22.39	33.98	39.35
s1.5-s1.6	22.38	33.98	39.34
B18	1.92	2.77	3.15
B19	2.14	3.02	3.42
S5.1	3.99	5.70	6.47
s5.1-s5.2	3.99	5.70	6.47
B20	1.55	2.22	2.52
S5.2	5.53	7.91	8.99
B17	1.01	1.41	1.59
S1.6	26.76	40.43	46.73
s1.6-s1.7	26.74	40.41	46.71
B22	2.07	3.69	4.49
B23	0.52	0.74	0.83
S6.1	2.07	3.69	4.49
s6.1-s6.2	2.07	3.69	4.49
B25	2.10	3.39	4.00



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico (m3/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B24	0.89	1.28	1.46
Itatinga	1.03	2.77	4.31
S6.2	1.03	2.77	4.31
s6.2-s6.3	1.03	2.77	4.31
B26	4.63	6.63	7.52
S6.3	4.63	6.63	7.52
B21	4.40	6.65	7.68
S1.7	33.52	50.16	57.80
s1.7-s1.8	33.52	50.15	57.79
B28	7.27	10.34	11.72
B27	0.85	1.32	1.54
S1.8	40.44	60.27	69.35
s1.8-s1.9	40.43	60.27	69.35
B30	5.38	8.67	10.22
B31	2.91	4.69	5.54
S7.1	7.13	11.50	13.56
s7.1-s7.2	7.13	11.50	13.56
B32	0.71	1.12	1.32
S7.2	7.80	12.57	14.81
B29	0.91	1.27	1.43
S1.9	43.98	65.99	76.11
s1.9-s1.10	43.97	65.97	76.09
B33	2.97	4.46	5.15
B34	0.85	1.43	1.72
S1.10	46.77	70.14	80.89
s1.10-s1.11	46.76	70.13	80.88
B36	2.19	3.95	4.81
Vila Inglesa	0.61	0.88	0.98
S8.1	0.61	0.88	0.98
s8.1-s8.2	0.61	0.88	0.98
B37	2.27	3.63	4.26
B38	3.36	5.07	5.86
S8.2	3.78	5.74	6.65
s8.2-s8.3	3.77	5.74	6.65
B39	1.14	1.63	1.85
S8.3	4.73	7.08	8.17
B35	4.75	7.32	8.52
S1.11	54.65	81.90	94.43
s1.11-s1.12	54.65	81.88	94.41



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Exutório	Vazões de pico (m3/s)		
	Tr 10 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos
B40	4.89	7.36	8.49
B41	2.58	4.19	4.96
S1.12	61.77	92.76	107.04
s1.12-s1.13	61.77	92.75	107.03
B43	2.38	4.01	4.79
S9.1	2.38	4.01	4.79
s9.1-s9.2	2.38	4.01	4.78
B44	1.20	1.87	2.18
S9.2	3.42	5.65	6.71
B42	1.76	2.87	3.39
S1.13	65.49	98.86	114.29



7. Mapeamento das áreas de inundação

O mapeamento das áreas de inundação foi realizado para três cenários distintos: Cenário atual, Cenário tendencial e Cenário alternativo. Estes cenários objetivam comparar as situações atual, futura e alternativa, além de verificar os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas, considerando as medidas estruturais e não estruturais propostas.

7.1 Cenário Atual

O mapeamento das áreas de inundação para o **Cenário Atual** representa as condições do sistema de macrodrenagem, os efeitos do uso e da ocupação do solo e o grau de permeabilidade atualmente. O mapa de inundação para este cenário é apresentado no Anexo 6.

No cenário atual as inundações ocorrem nas seguintes regiões:

- No ribeirão Capivari, na região central, entre a Av. Matheus da Costa Pinto e Rua Doutor Reid;
- Na região da ponte da Avenida Nove de Julho;
- Na Avenida José Oliveira Dama, próximo à ponte Renato Ribeiro;
- No rio Sapucaí-Guaçu, entre as pontes da Rua Três Chaminés e Av. Engenheiro Prudente de Moraes.

7.2 Cenário Tendencial

O mapeamento das áreas de inundação para o **Cenário Tendencial** representa as condições do sistema de macrodrenagem, os efeitos do uso e da ocupação do solo e o grau de permeabilidade futuramente, sem a implantação de obras de controle de inundações e adequação das estruturas existentes. O mapa de inundação para este cenário é apresentado no Anexo 7.

No cenário tendencial as inundações ocorrem nas seguintes regiões:



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- No ribeirão Capivari, na região central, entre a Av. Matheus da Costa Pinto e Francisco de Oliveira, logo à jusante do ribeirão Abernécia;
- Na região da ponte da Avenida Nove de Julho;
- Na Avenida José Oliveira Dama, próximo à ponte Renato Ribeiro;
- No rio Sapucaí-Guaçu, entre as pontes da Rua Três Chaminés e Av. Engenheiro Prudente de Moraes.

7.3 Cenário Alternativo

O mapeamento das áreas de inundação para o **Cenário Alternativo** representa as condições do sistema de macrodrenagem, os efeitos do uso e da ocupação do solo e o grau de permeabilidade futuramente, com a implantação de medidas de controle de inundações e adequação das estruturas existentes. O mapa de inundação para este cenário é apresentado no Anexo 8.

No cenário alternativo as inundações ocorrem somente no rio Sapucaí-Guaçu, entre as ruas Mello Peixoto e Domingos Leão Junior. Neste trecho não foram previstas obras hidráulicas pois, não foram apontadas inundações frequentes e as inundações nas Áreas de Preservação do Rio (APP) produzem baixo impacto negativo.



8. Anteprojeto das Medidas estruturais

Ssão apresentados os anteprojetos das seguintes medidas estruturais:

1. Travessia da Av. Tassaburo Yamaguchi - Ponte 1 (Anexo 10)
2. Ponte da rua Maurílio Comoglio - Ponte 16 (Anexo 11)
3. Ponte da rua Francisco C. Oliveira - Ponte 19 (Anexo 12)
4. Ponte da Av. Engenheiro Prudente de Moraes - Ponte 33 (Anexo 13)
5. Ponte da Rua 1 - Ponte 40 (Anexo 14)
6. Travessia da Av. Emilio Lang Junior - Ponte 45 (Anexo 15)
7. Galeria de água pluviais - Pontos 6 e 7 (Anexo 16)
8. Canalização do ribeirão Capivari – ALTERNATIVA 1 (Anexo 17)
9. Canalização do ribeirão Capivari – ALTERNATIVA 2 (Anexo 18)
10. Ribeirão Abernæssia - Bairro Monte Carlo (Anexo 19)
11. Reservatório Itatinga (Anexo 20)
12. Reservatório Vila Inglesa (Anexo 21)
13. Sistema de drenagem da rua Cedro (Anexo 22)
14. Sistema de contenção de encostas (Anexo 23)



9. Medidas não estruturais

Medidas não-estruturais são aquelas que se utilizam de ações administrativas ou financeiras, tendo como objetivo o amortecimento dos efeitos das enchentes, adaptando as regiões sujeitas a inundações a fim de possibilitar uma convivência com a ocorrência periódica do fenômeno.

O custo para proteção de uma área inundável por medidas não-estruturais, em geral, é inferior ao de medidas estruturais. Estas podem ser agrupadas em 5 grupos, a saber:

- Regulamentação do uso da terra ou zoneamento de áreas inundáveis;
- Construções nas propriedades de proteção contra as enchentes;
- Seguro enchente;
- Programa de educação ambiental da população;
- Sistema de alerta e previsão de inundações.

9.1 Caracterização institucional do município

A administração municipal é o responsável pela gestão dos serviços de drenagem de águas pluviais. De acordo com a Lei Orgânica Municipal, compete ao município a execução de obras do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais. A Secretaria de Obras e Vias Públicas (SOVIP) é a principal responsável e gestora.

A seguir são apresentadas as atribuições de cada Secretaria, relacionadas ao Sistema de Drenagem:

- Secretaria Municipal de Obras e Vias Públicas (SOVIP): Execução de obras;
- Secretaria Municipal de Planejamento (SEPLAN): Projetos e convênios;
- Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SERPU): Manutenção do sistema;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA): Manutenção do sistema;



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Secretaria Municipal de Informação e Defesa do Cidadão (SIDECA): atendimento às situações de emergência;
- Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Assistência Social: assistência às vítimas;
- Secretaria Municipal de Saúde: controle de endemias;
- Secretaria Municipal de Finanças: previsão orçamentária e liberações

As possibilidades de adoção de soluções consorciadas não foram sistematicamente identificadas neste Plano de Drenagem por falta de estudos necessários para assumir a viabilidade técnica, econômica e ambiental das mesmas.

9.2 Recomendações de aprimoramento institucional

As recomendações versam por definir uma estratégia para estabelecer critérios e diretrizes para reorganização territorial das áreas de encostas e fundos de vale e intervenção de seus usos atuais. Trata-se da institucionalização de medidas para a desapropriação e desocupação de áreas de risco e de fragilidade ambiental, trazendo melhorias para o município e moradores destas áreas.

9.2.1 Legislação municipal

Nos itens seguintes são propostos itens a serem inseridos na legislação municipal, particularmente no Plano Diretor Municipal, de forma a propiciar o ordenamento do território e o controle do uso do solo e evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental. Neste estudo, os itens são direcionados aos aspectos do sistema de drenagem.

As medidas devem ser institucionalizadas pela revisão a alteração da Lei 2737/03, Plano Diretor Municipal.



9.2.1.1 Zoneamento do uso e ocupação do solo

O zoneamento define padrões de ocupação do solo, por meio da divisão do conjunto do território urbanizado (ou a ser urbanizado) em zonas diferenciadas, para as quais são aplicados parâmetros de uso e ocupação específicos (BRASIL, 2001).

O atual zoneamento municipal não apresenta a Zona das Áreas de Preservação Permanente (APP), o qual seu adequado uso e função deve ser o de preservar os recursos hídricos, a estabilidade geológica, a paisagem natural e áreas naturalmente inundáveis.

Recomenda-se incluir no Zoneamento do Plano Diretor Municipal as APP's, definindo-se a delimitação física das mesmas, bem como seus usos permitidos.

9.2.1.2 Transferência do direito de construir

A transferência do direito de construir permite ao proprietário de um imóvel exercer em outro local seu direito de construir, caso aquele imóvel seja considerado necessário para a implantação de equipamentos urbanos ou comunitários.

Cabe ao Plano Diretor definir os critérios para a aplicação da transferência do direito de construir, no sentido de definir em que regiões da cidade e em que áreas urbanas este instrumento poderá ser aplicado.

9.2.1.3 Outorga onerosa do direito de construir

Para o Município utilizá-la, nos termos do artigo 28 e 29 do Estatuto da Cidade, cabe ao Plano Diretor: fixar as áreas nas quais o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico; definir os limites máximos a serem atingidos pelos coeficientes de aproveitamento, considerando a proporcionalidade entre a infra-estrutura existente e o aumento de densidade esperado em cada área; fixar áreas nas quais poderá ser permitida alteração de uso do solo, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário (por analogia, definir o limite máximo de alteração do uso do solo).



O Plano Diretor poderá fixar coeficiente de aproveitamento básico único para toda a zona urbana, ou diferenciado, para áreas específicas dentro da zona urbana.

9.2.1.4 Direito de preempção

O direito de preempção confere ao poder público a preferência na aquisição do imóvel urbano, quando da sua alienação onerosa, para atender a necessidade, entre outras:

- De implantação de equipamentos urbanos e comunitários;
- De criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;
- De ordenamento e direcionamento da expansão urbana;
- De criação de unidade de conservação e proteção de áreas de interesse ambiental.

Cabe ao município, por meio do Plano Diretor, estabelecer as áreas em que incidirá o Direito de Preempção (BRASIL, 2001).

9.2.1.5 Lei de uso e ocupação do solo

Premissas estabelecidas em Brasil (2010) e Brasil (2012a), que direciona para o conceito de drenagem urbana sustentável, onde novos empreendimentos não devem comprometer o sistema de drenagem existente.

9.2.2 Meios de comunicação

A comunicação é um importante componente para troca de informações sobre a situação do Sistema de Drenagem Urbana do município. A comunicação possibilita a realização de melhorias no sistema na medida em que há interação entre executores e usuários do sistema. São propostas ações para que se atinja a referida melhoria.



9.2.2.1 Acesso às informações do sistema de gestão

Atualmente o site da Prefeitura Municipal não informa ao “visitante” a responsabilidade das Secretarias Municipais, assim como não é informada a estrutura organizacional (departamentos, divisões, setores, etc.) e nem os secretários em exercício. Recomenda-se que estas informações sejam disponibilizadas aos usuários para o esclarecimento e entendimento da hierarquização e estrutura institucional.

A ação descrita acima favorece otimizar o acesso, a obtenção de dados e a veiculação de informações, quer seja entre Prefeitura Municipal e municípios, quer seja entre Prefeitura Municipal e prestadores de serviço, de modo a desburocratizar o trâmite e direcioná-lo ao setor ou responsável apropriado.

9.2.2.2 Canal de atendimento ao público

A criação de um canal de atendimento ao público específico para o sistema de drenagem de águas pluviais tem a função de coletar dados relacionados ao funcionamento do sistema de drenagem e armazená-los em um banco de dados.

Estas ações possibilitam gerar um histórico das ocorrências, mapeá-los e, posteriormente, fazer o cruzamento destas informações com o histórico de eventos pluviométricos.

9.2.3 Banco de dados do sistema de drenagem

O Banco de Dados do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais constitui em um agrupamento de dados capaz de gerar informações, promover diagnósticos precisos e ações eficazes. Trata-se da compilação e sistematização de dados.

Atualmente, o município possui dados pertinentes à elaboração de estudos e projetos e ainda informações sobre problemas associados ao Sistema de Drenagem, inundações, alagamentos e deslizamento distribuídos pela Secretaria de Obras e Vias Públicas, Secretaria de Meio Ambiente e Defesa Civil. A criação do Banco de Dados permitirá reunir estes dados e que estes sejam acessados pelas Secretarias e Setores de interesse.



O banco de dados será alimentado pelas informações coletadas pelos canais de atendimento, dados da defesa civil e estudos existentes. Posteriormente, deve ser inserido em uma base cartográfica georreferenciada, para permitir que se faça o mapeamento das informações coletadas.

Os dados armazenados no referido Banco de Dados poderá ainda facilitar o fornecimento de dados ao Comitê de Bacias da Serra da Mantiqueira.

9.2.4 Gestão e fiscalização dos serviços de saneamento

Atualmente não há informação dos departamentos e divisões existentes, assim como não há informações de um responsável pelo setor de drenagem.

Recomenda-se que seja criado Departamento ou Divisão responsável pelos serviços de Drenagem de Águas Pluviais, abrangendo obras, projetos, manutenção e conservação do sistema existente.

O setor responsável pelos serviços de Drenagem de Águas Pluviais pode ser vinculado ao setor de Saneamento Básico.

9.2.5 Indicadores para monitoramento do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

Os indicadores facilitam a sistematização da informação, avaliação dos serviços prestados e comparação com indicadores de outros municípios, ou ainda com a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nos itens seguintes são propostos indicadores como ferramenta de gestão para avaliar o nível de atendimento das ações. Alguns destes indicadores foram recomendados em (CBH-SM, 2009) e são reapresentados neste Plano de Drenagem.

9.2.5.1 Índice de pontos de inundação

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

Em que:



- I_{PI} : Índice de pontos de inundação (pontos inundados/ano).
- N_{PI} : Número de pontos de inundação.
- P : Período de tempo (anos).

Os dados a respeito dos pontos inundados no município podem ser encontrados através do registro das ocorrências pela Defesa Civil, que registra detalhadamente os locais atingidos, bem como as causas do desastre, o número de pessoas afetadas e o prejuízo financeiro estimado.

O presente Plano de Drenagem objetiva a eliminação das inundações, portanto o ideal é que esse indicador seja o mais próximo possível de 0 (zero).

9.2.5.2 Índice de área(s) alagada(s)

$$I_{AA} = 100 \times \frac{A_A}{A_T}$$

Em que:

- I_{AA} : Indicador de área(s) alagada(s) (%).
- A_A : Área(s) alagada(s) (km²).
- A_T : Área total urbana (km²).

Este indicador foi proposto a fim de estimar a porção da área urbana atingida por inundações. Além de conhecer o número de ocorrências, também é fundamental que se avalie qual a extensão da área atingida. Deve ser acompanhado anualmente, com objetivo de avaliar a efetividade das intervenções feitas no sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

9.2.5.3 Índice de cobertura de manutenção de estruturas de drenagem

O indicador foi criado com o intuito de que as características dos canais com relação à manutenção fossem classificadas como “Satisfatórias”, “Insatisfatórias” ou “Inexistentes”. Para cada uma dessas classificações foi atribuído uma “nota” conforme mostrado no Quadro 7. Dessa forma, deve-se classificar cada canal ou trecho de canal



segundo sua necessidade de manutenção, e as notas são atribuídas conforme apresentado a seguir:

- Canais que apresentarem manutenção das estruturas de drenagem feitas regularmente e de forma planejada recebem a pontuação 1,0 (um), o que corresponde à categoria “Satisfatório”, indicando que não são necessárias mais intervenções para sua manutenção;
- Canais que apresentarem manutenção das estruturas de forma não planejada ou “sob demanda”, recebem a pontuação 0,5 (meio), sendo classificadas como “Insatisfatório”, indicando que é necessário incluir este canal em um programa de planejamento;
- Canais que não apresentarem manutenção das estruturas, com evidências de que as manutenções nunca são realizadas, recebem a pontuação 0,0 (zero), sendo classificadas como “Inexistente”, indicando que é imprescindível incluir este canal ou trecho de canal no programa de manutenção do setor.

Quadro 7 - Nota atribuída às condições dos canais quanto à manutenção

Espaço de manutenção das estruturas de microdrenagem	Nota
Satisfatório	1,0
Insatisfatório	0,5
Inexistente	0,0

9.2.5.4 Índice de domicílios atingidos por alagamentos por ano

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

Em que:

- I_{DA} : Índice de domicílios atingidos por alagamentos durante o ano.
- N_{DA} : Número de domicílios atingidos por alagamentos.
- P : Período de tempo (anos).



O valor ideal para este indicador é 0 (zero), mostrando a inexistência de domicílios atingidos por alagamentos devido a problemas na rede de drenagem.

9.2.5.5 Índice de pontos de deslizamento por ano

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

Em que:

- I_{PD} : Índice de pontos de deslizamento (pontos de deslizamento/ano).
- N_{PD} : Número de pontos de deslizamento.
- P : Período de tempo (anos).

O valor ideal para este indicador é 0 (zero), ou seja, a inexistência de pontos de deslizamentos na área do município.

9.2.5.6 Índice de domicílios atingidos por deslizamentos por ano

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

Em que:

- I_{DA} : Índice de domicílios atingidos por deslizamentos no ano.
- N_{DA} : Número de domicílios atingidos por deslizamentos.
- P : Período de tempo (anos).

O valor ideal para este indicador é 0 (zero), ou seja, a inexistência de domicílios atingidos por deslizamentos.

9.2.5.7 Percentual de APP's de margens de cursos d'água preservadas

Este indicador possui a finalidade de apresentar o percentual de preservação das faixas de APP's dos cursos d'água do município. Para tal, sugere-se que sejam utilizadas as Ortofotos de 2012 e que seja feita a delimitação das APP's conforme previsto no Novo Código Florestal. Por fim, deve-se sobrepor esta delimitação a imagens de satélites. Dessa forma, serão obtidas, de maneira visual, as faixas de



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



APP's que se encontram preservadas. Sugere-se que esse indicador seja aferido anualmente.

$$APP_{pres} = \frac{A_{pres}}{A_{pv}} \times 100$$

Em que:

- APP_{pres} : Percentual de APPs preservadas (%).
- A_{pres} : Áreas de APP's preservadas (km²).
- A_{pv} : Áreas de APP's previstas de acordo com o Novo Código Florestal (km²).

Destaca-se que quanto menor o valor obtido de APP_{pres} , maior será o grau de degradação. Dessa forma, o valor ótimo para esse índice é igual 100%, indicando que as APP's se encontram completamente preservadas.

9.2.5.8 Percentual de áreas impermeabilizadas

As áreas impermeabilizadas impedem a infiltração das águas pluviais no solo, elevando o escoamento superficial. Como consequência, áreas altamente impermeabilizadas podem apresentar problemas no sistema de drenagem urbana. Deve ser acompanhado anualmente, com objetivo de acompanhar o aumento deste percentual.

$$I_{A_{imp}} = 100 \times \frac{A_i}{A_t}$$

Em que:

- $I_{A_{imp}}$: Percentual de áreas impermeabilizadas (%).
- A_i : Áreas impermeabilizadas (km²).
- A_t : Área urbana total (km²).

Com o auxílio das imagens de satélite do município é possível delimitar as áreas com vegetação mais densa e as áreas impermeabilizadas presentes no perímetro urbano, possibilitando obter os parâmetros necessários para o cálculo dos índices apresentados.



Como este indicador mede a taxa de impermeabilização do solo do município, recomenda-se que o valor encontrado seja o menor possível, já que o percentual de 100% representa um cenário de totalidade de áreas impermeabilizadas no município.

9.2.5.9 Índice de cobertura de microdrenagem

$$I_{cmicr} = 100 \times \frac{\text{Número de domicílios localizados em ruas com microdrenagem adequada}}{\text{Número total de domicílios urbanos}}$$

O Plano de Drenagem tem por objetivo eliminar os problemas associados à ausência ou ineficiência do sistema de microdrenagem. Portanto, o ideal é que esse indicador seja o mais próximo de 100 % possível, ou seja, quando toda a população estiver sendo atendida pelo sistema de microdrenagem.

9.2.5.10 Índice de erosão

$$I_{ero} = \frac{L_{ero}}{A_{mun}}$$

Em que:

- I_{ero} : Índice de erosão (m/km^2).
- L_{ero} : Somatória da extensão das erosões no solo (m).
- A_m : Área do município (km^2).

O índice de erosão permite acompanhar o aumento ou redução da extensão das erosões no solo.

O presente Plano de Drenagem objetiva a redução das erosões, portanto o ideal é que esse indicador seja o mais próximo possível de 0 (zero).



9.3 Construções à prova de enchentes

As construções a prova de enchentes de caráter não-estrutural são obras de pequeno porte implantadas pelos proprietários em suas propriedades, ou seja, visando o bem individual de cada propriedade. Como exemplo destas medidas pode-se citar: o fechamento de portas e janelas permanentemente por onde possa haver entrada de água na propriedade; elevação da cota de edifícios e estruturas existentes; construção de pequenos diques ao entorno das propriedades e o bombeamento da água que extravasar esse dique.

9.4 Seguro enchente

O seguro enchente permite aos indivíduos e empresas uma proteção econômica às suas perdas individuais decorrentes de uma inundação. Esse dinheiro provem do governo, no entanto a maior dificuldade desta media está em quantificar e comprovar as perdas provocadas pelos eventos.

Em alguns países em que o sistema de proteção contra inundações já está implantado há anos, os governos indenizam todos os prejuízos ou parte destes que vierem a ocorrer às populações em precipitações com período de retorno superiores ou iguais há 100 anos.

9.5 Educação ambiental

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

Sabe-se que a participação da sociedade como um todo é fundamental para a eficiência das técnicas de controle de enchentes, de modo que a Educação Ambiental não deve ser interpretada como uma medida voltada apenas à população vulnerável aos riscos de enchentes.



Também deve-se destacar a importância da capacitação técnica de profissionais cujas funções, ou áreas em que atuam, 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.

9.6 Sistema de alerta e previsão de inundações

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 inundação, e conseqüentemente, reduzindo riscos de vidas e danos à saúde.

No município de Campos do Jordão encontra-se em fase de elaboração o Plano de Prevenção da Defesa Civil (PPDC) instituído pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC). Em operação há o monitoramento climático e meteorológico e o plano de contingência para precipitações acumuladas de 80 mm e Risco de deslizamento. Sugere-se que seja incorporado ao Sistema de Alerta as chuvas com características iguais ou superiores às descritas na Tabela 9, pois além da precipitação total acumulada, a duração do evento resultará em diferentes intensidades.

Tabela 9 – Precipitações críticas do município

Tr (anos)	Duração (min)	Intensidade (mm/min)	Precipitação total (mm)	Risco associado ao evento
100	150	0,60	90,64	Deslizamentos, alagamentos e inundações
100	20	2,04	40,83	Alagamentos e inundações
50	150	0,56	83,70	Deslizamentos e alagamentos
10	10	2,02	20,25	Alagamentos
10	30	1,24	37,23	Alagamentos



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



10	300	0,27	82,00	Deslizamentos
----	-----	------	-------	---------------



10. Estimativa de quantitativo e de custo das medidas estruturais

A estimativa dos quantitativos e de custos das medidas estruturais propostas fez-se a partir dos anteprojetos, estimando-se os volumes das obras e quantidades de serviços. Os projetos básicos e executivos das obras permitirão compor estes custos com maior precisão.

A estimativa de custos de implantação das obras foi realizada por meio de consulta ao banco de preço da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Para os equipamentos e serviços específicos não encontrados nestas fontes, realizou-se a cotação de preços a fornecedores.

Neste relatório são apresentados a estimativa de quantitativo e custos das obras das seguintes medidas estruturais:

1. Travessia da Av Tassaburo Yamaguchi - Ponte 1 (Anexo 24)
2. Ponte da rua Maurílio Comoglio - Ponte 16 (Anexo 25)
3. Ponte da rua Francisco C. Oliveira - Ponte 19 (Anexo 26)
4. Ponte da Av. Engenheiro Prudente de Moraes - Ponte 33 (Anexo 27)
5. Ponte da Rua 1 - Ponte 40 (Anexo 28)
6. Travessia da Av Emilio Lang Junior - Ponte 45 (Anexo 29)
7. Galeria de água pluviais -Pontos 6 e 7 (Anexo 30)
8. Canalização do ribeirão Capivari (Anexo 31)
9. Ribeirão Abernæssia_Monte Carlo (Anexo 32)
10. Reservatório Itatinga (Anexo 33)
11. Reservatório Vila Inglesa (Anexo 34)
12. Sistema de drenagem da rua Cedro – Alternativa 1 e Alternativa 2 (Anexo 35)



11. Métodos construtivos

Os métodos construtivos descritos neste relatório baseiam-se nos Anteprojetos propostos e procedimentos convencionais de construção. Deverão ser executados projetos básicos e executivos anterior à execução das obras, os quais permitirão alterar procedimentos e metodologias a partir de dados de campo mais precisos e específicos.

A execução das obras seguirá em todos os pormenores os desenhos e textos explicativos do Projeto Executivo.

As quantidades de trabalho previstas, constantes dos volumes do Projeto Executivo, são avaliações dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma, quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos no cronograma.

11.1 Canalização do ribeirão Capivari

O ribeirão Capivari, principal curso d'água do município de Campos do Jordão, apresenta em seu trecho mais crítico, densa ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP), coletor de esgoto na calha do rio, travessias de água e esgoto e pontes.

São descritos os procedimentos para construção do canal do ribeirão Capivari:

- A canalização deverá ser realizada no sentido de jusante para montante do rio;
- Não deverão ser utilizados materiais explosivos por questões de segurança. A área onde localiza-se o canal é densamente ocupada;
- Durante a execução da canalização deverão ser verificadas aberturas de trincas e fissuras em pontes e estruturas existentes, visando eliminar risco de ruptura e queda, com interdição da frente de trabalho;
- Realizar desocupação das edificações existentes nas APP's para acesso ao canal (Figura 21). Os materiais de demolição devem ser retirados e transportados até as áreas de bota-fora;

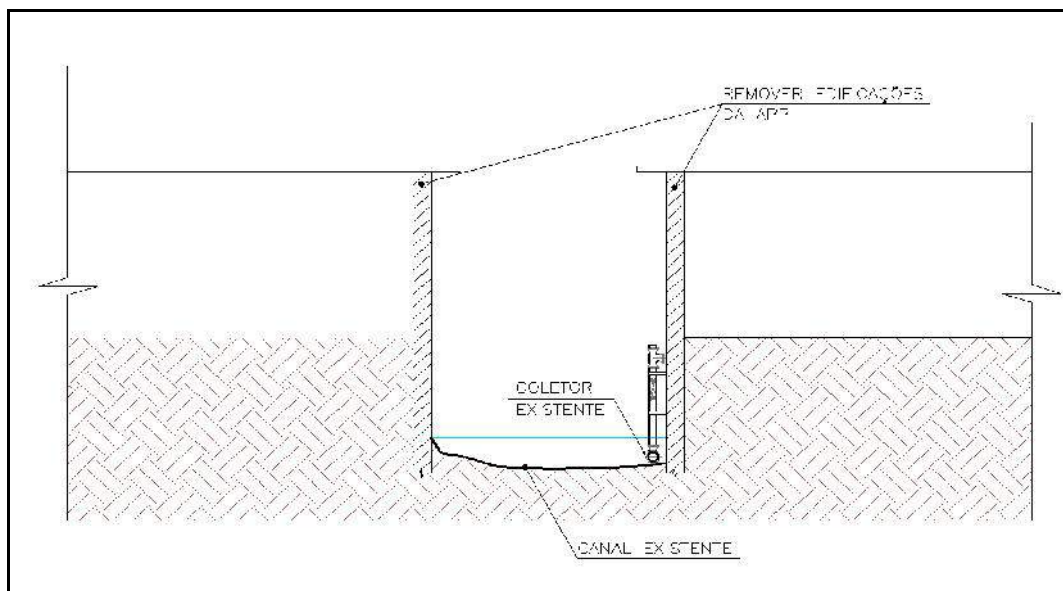


Figura 21 – Ribeirão Capivari nos trechos com APP degradada

- Escavação para implantação do coletor de esgotos projetado e construção do canal projetado (Figura 22). Nas escavações em presença d'água faz-se necessário tomar medidas especiais, tais como drenagem das águas e a construção de escoramentos sólidos, de modo a evitar desmoronamentos para o interior das escavações, assim como eventuais danos a construções ou quaisquer benfeitorias existentes;

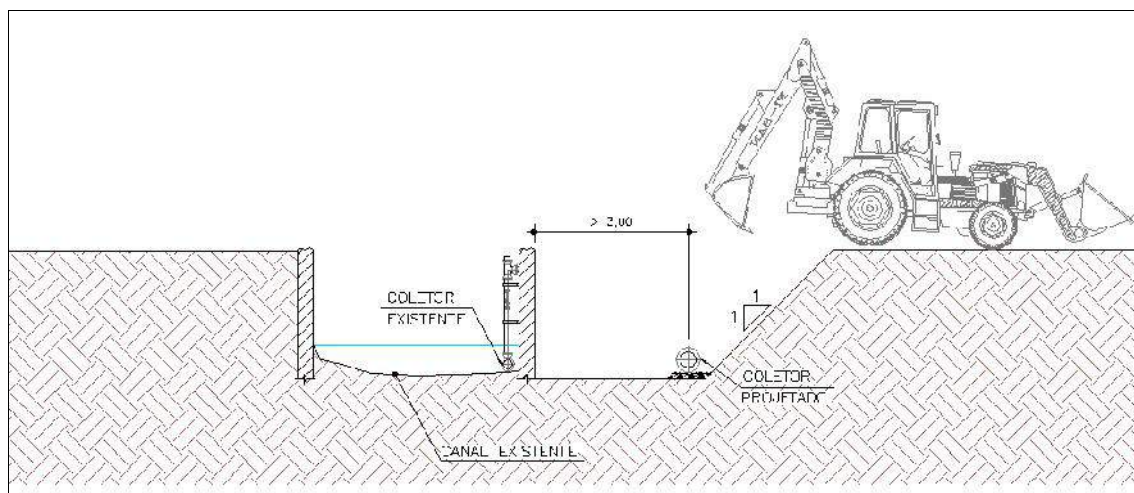


Figura 22 – Implantação do coletor de esgotos projetado e desativação do coletor existente

- Colocar ensecadeiras compostas por sacos com areia no canal de modo criar barramento ao escoamento e permitir a construção do canal (Figura 23);
- Reaterro compactado da vala. Em nenhum caso será permitido o uso de solos contendo materiais orgânicos, resíduos como folhas, raízes e outros. Os materiais utilizados devem ser inertes (não expansivos);

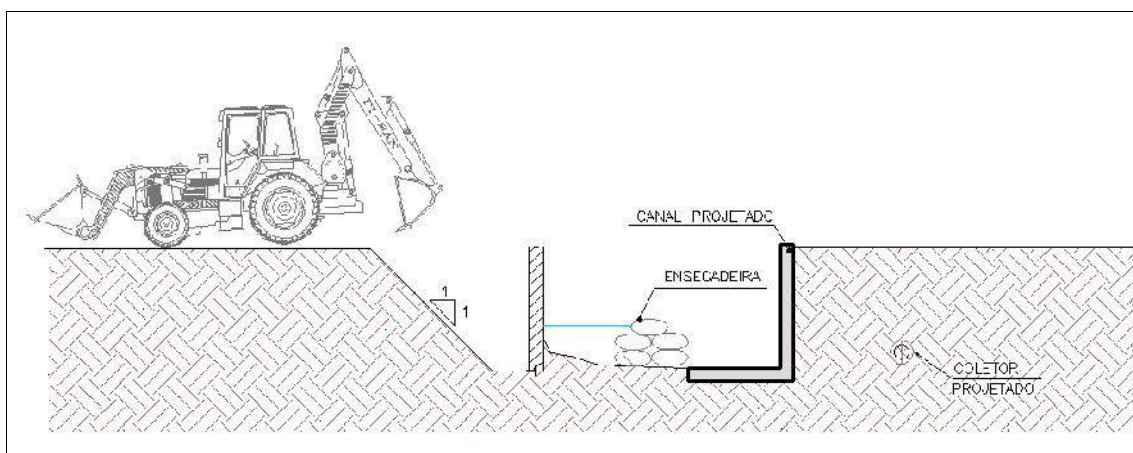


Figura 23 – Ensecadeiras para construção de um lado do canal e reaterro

- Realizar reaterro das margens do canal;
- Plantio de mudas e conclusão da obra (Figura 24).

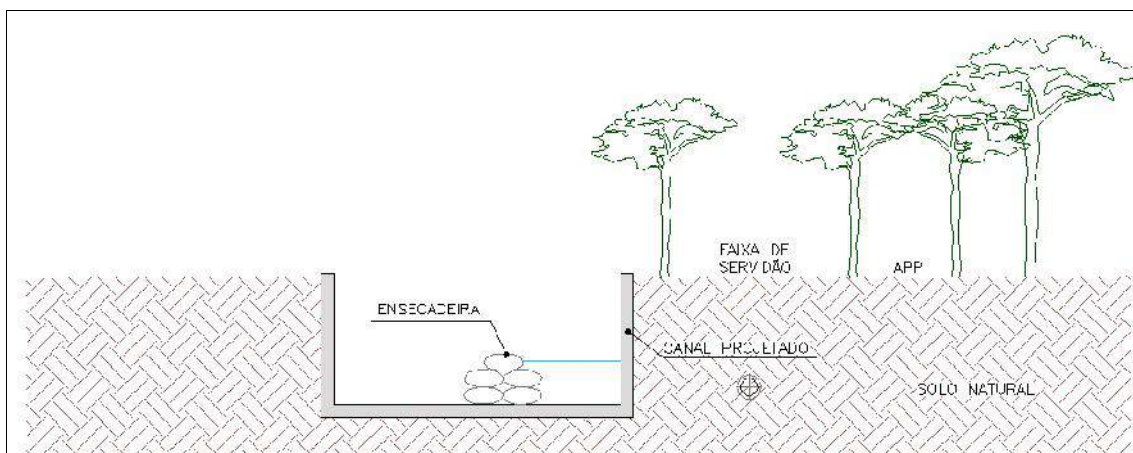


Figura 24 – Conclusão do canal, reaterro e plantio de mudas



11.2 Construção e adequação de barragens e reservatórios

As barragens projetadas têm a finalidade de adequar a situação atual dos reservatórios Itatinga e Vila Inglesa. O reservatório Itatinga não possui barragem, portanto, trata-se da construção da barragem e escavação, limpeza e desassoreamento do reservatório. O reservatório Vila Inglesa possui vertedor de concreto para formação de espelho d'água (lago), sendo necessária a adequação da barragem para transformá-lo em reservatório de controle de cheias (piscinão). Além da escavação, limpeza e desassoreamento.

São descritos os procedimentos para construção dos reservatórios propostos:

- As escavações serão efetuadas segundo indicação dos desenhos e cotas de projeto (Figura 25);
- As superfícies escavadas das áreas expostas deverão apresentar uma boa aparência, com taludes estáveis em inclinação 2:1 e convenientemente drenados, de modo a evitar os efeitos de erosão;
- Nas escavações em presença d'água faz-se necessária a drenagem das águas;
- A remoção da camada superficial do terreno natural deve realizar-se em uma espessura de 0,30 metros, suficiente para eliminar terra vegetal, turfa, barro, matéria orgânica e demais materiais indesejáveis depositados no solo. O material removido deve ser transportado até a área de bota-fora;
- Na presença de aluviões, os mesmos deverão ser totalmente removidos da área de apoio do corpo da barragem;
 - O material de qualidade deverá ser armazenado como material de empréstimo para aterro e construção da barragem;



**Prefeitura Municipal da Estância de
Campos do Jordão**

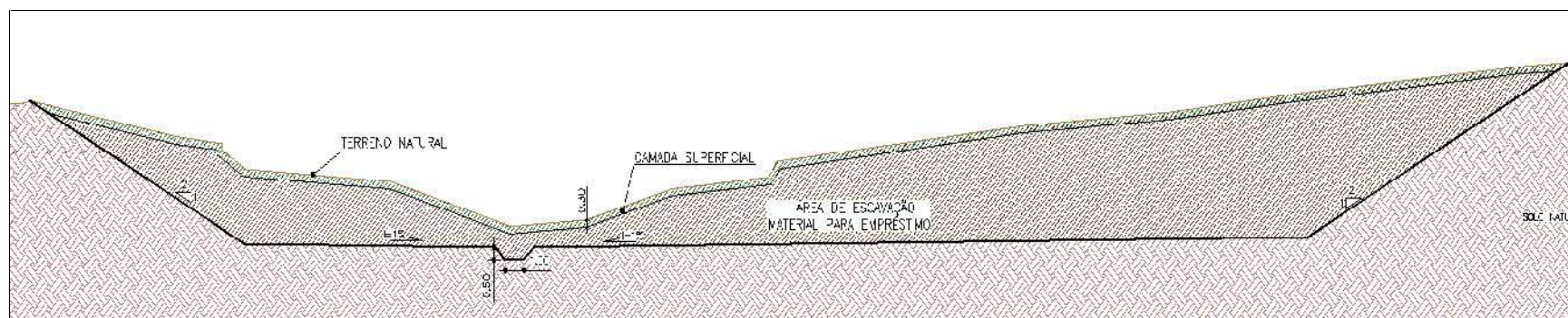


Figura 25 – Representação da escavação das áreas de reservação



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Demolir e remover estruturas de concreto existentes;
- Formar ensecadeira composta por sacos com areia de modo criar barramento ao escoamento e permitir a construção da barragem e do monge em um dos lados e saída de fundo (Figura 26);

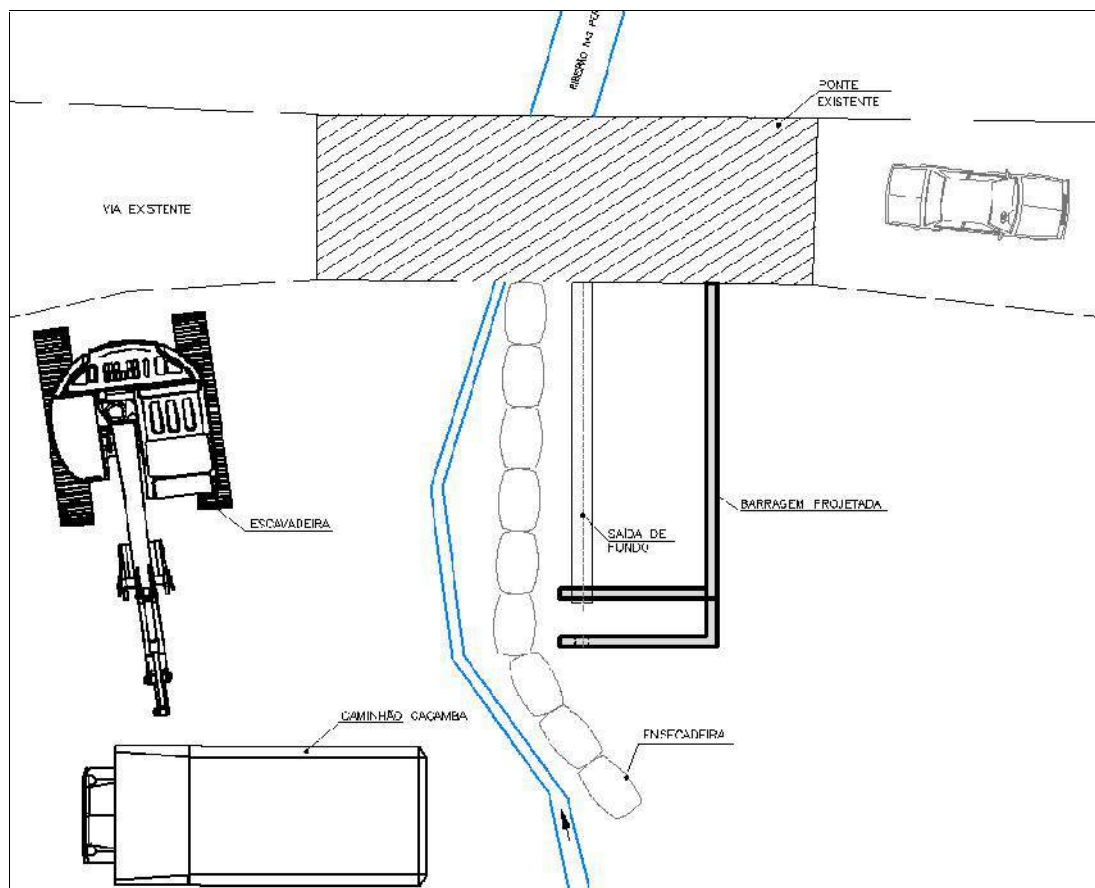


Figura 26 – Construção da barragem (1º etapa)



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Rearranjar a ensecadeira para construção do lado oposto (Figura 27)

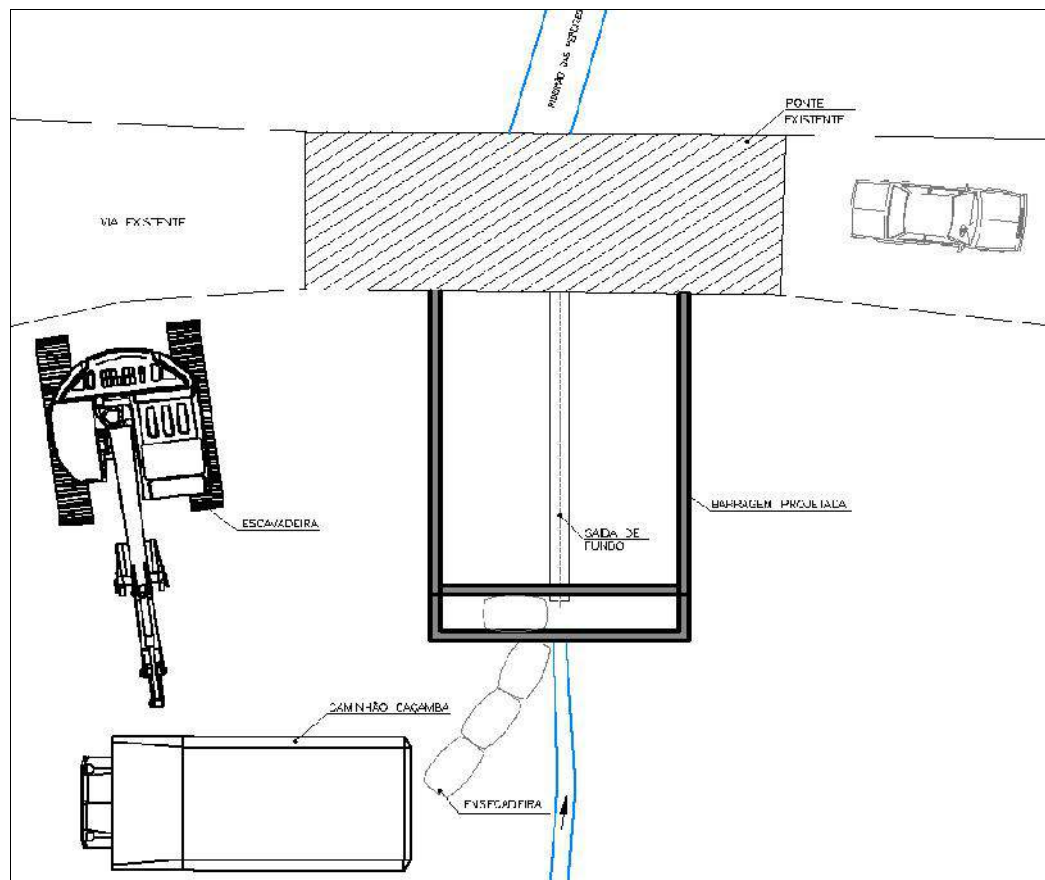


Figura 27 – Construção da barragem (2ª etapa)



**Prefeitura Municipal da Estância de
Campos do Jordão**



- Aterro e construção dos degraus de dissipação, instalação da comporta e plantio de grama nos taludes (Figura 28);

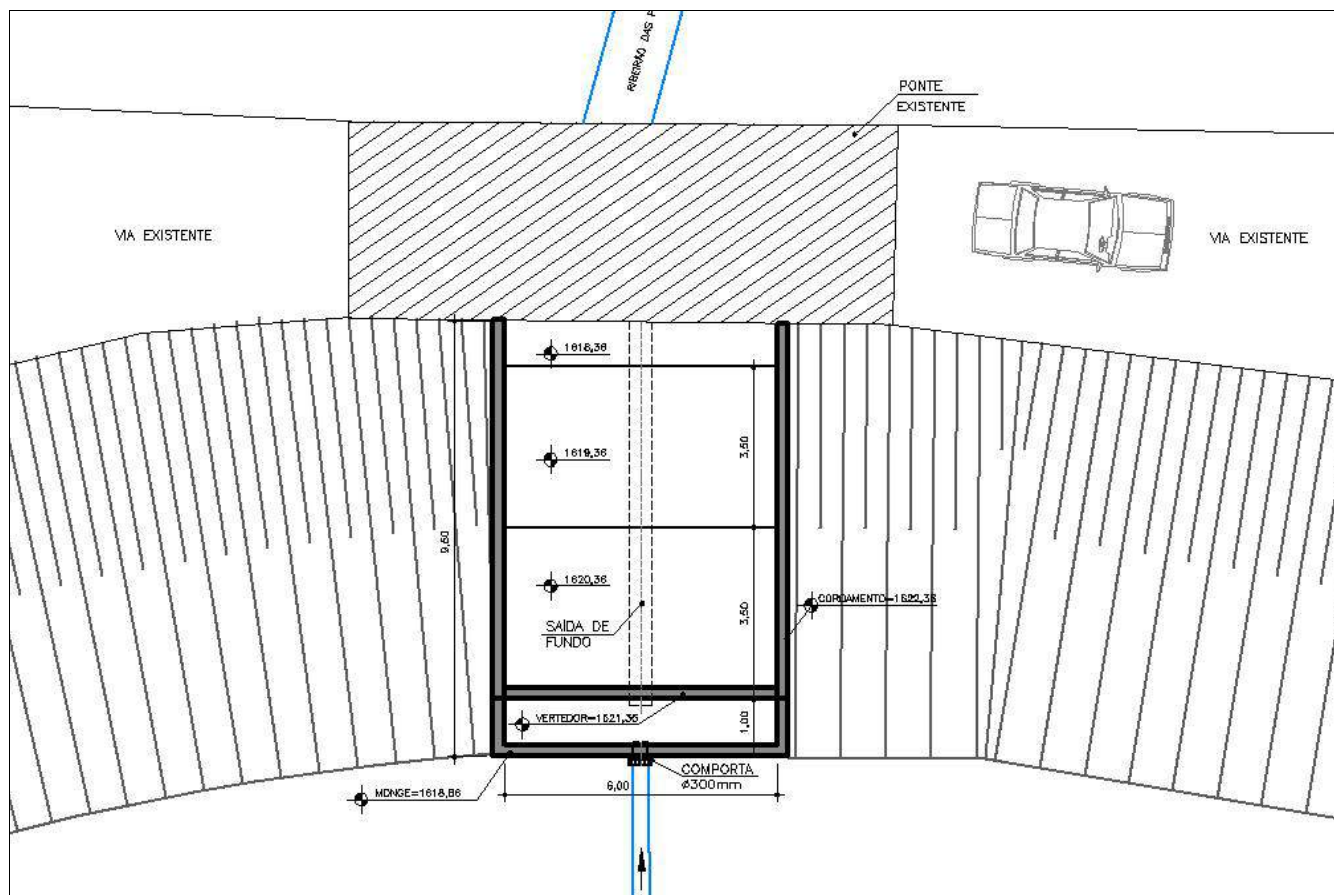


Figura 28 – Conclusão da obra da barragem

11.3 Estruturas de Gabião

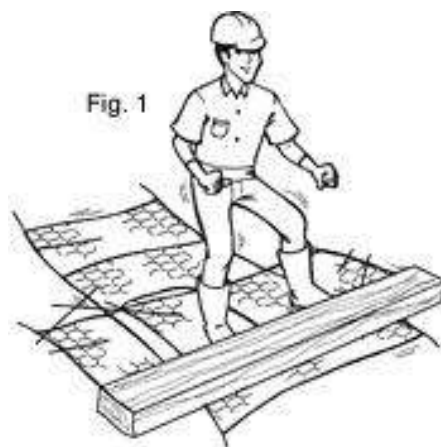
O Gabião Caixa terá altura de 0,50 e 1,00 m, comprimento sempre múltiplo de 1,00, podendo variar entre 1,00 e 6,00 m e largura de 1,00 m. O material de preenchimento será composto por agregados graúdos com diâmetro superior à abertura da tela, portanto, com diâmetro superior a 0,10 m, conforme recomendado em manual técnico.

As estruturas são montadas com malhas hexagonais de dupla torção e preenchidos com pedras bem distribuídas e de dimensões bem variadas, com diâmetro nunca inferior à malha hexagonal.

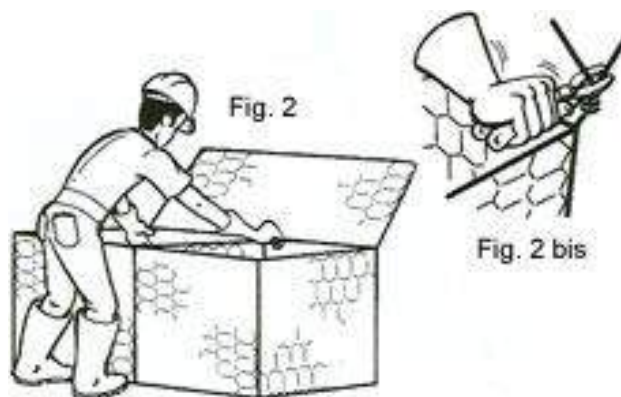
11.3.1 Agulhamento em rachão / pedra de mão

A área de apoio das estruturas, para os casos em que o Gabião seja apoiado em solo, este deverá ser regularizado por agulhamento em rachão, composto por pedra de mão de diâmetro médio de 0,30 m, de maneira torna-lo estável para que não ocorram deslocamentos das pedras de preenchimento do Gabião.

11.3.2 Preparação do gabião

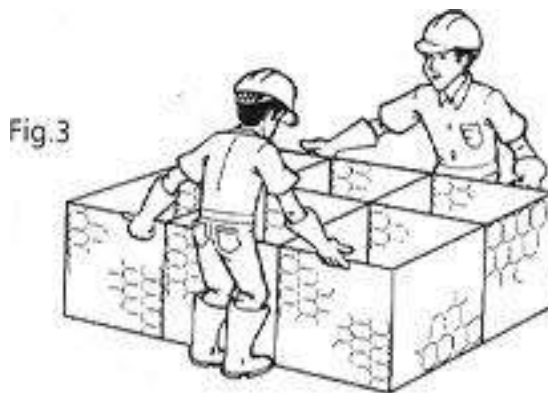


No local próximo da sua colocação, abrir e desdobrar a tela sobre uma superfície rígida e plana. Eliminar os vincos e irregularidades. Poderão usar-se réguas de madeira para realizar novos vincos para a sua forma final.



Certificar que o gabião esteja nivelado; levantar os painéis laterais e os diafragmas a fim de obter a forma de uma caixa aberta; junte os cantos superiores com os arames grossos que saem dos mesmos.

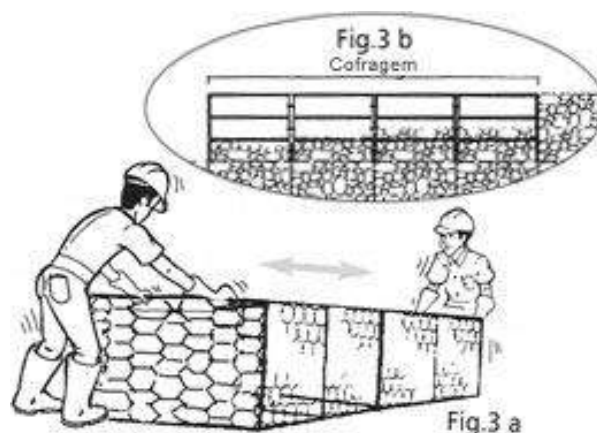
11.3.3 Montagem dos gabiões



Posicionar diversos gabiões vazios lado a lado. O fio metálico deverá ser passado através de todas as malhas fazendo uma volta dupla em cada duas malhas.

Costurar vários gabiões em grupos. A união entre gabiões deve ser feita entre todas as arestas e é aconselhável efetuar esta operação antes do seu enchimento.

É essencial ligar os vários componentes para se obter uma estrutura monolítica capaz de resistir a cargas e deformações.

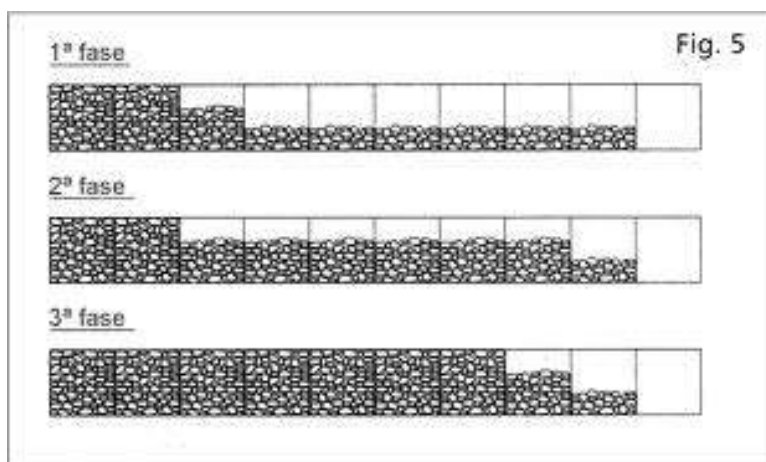


Para um melhor resultado da operação de ligação é aconselhável à utilização de gabaritos de madeira antes de encher os gabiões.

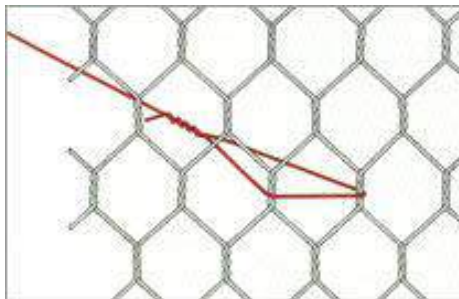
11.3.4 Enchimento

O gabião é preenchido com pedra britada ou rolada. É recomendável a utilização de material não friável, de peso específico elevado (superior a 22 KN/m^3) e diâmetro ente 10 e 20 cm.

Encher os gabiões conservando estes esticados durante toda a operação. Os gabiões de 1,00 m de altura devem ser preenchidos em três camadas (de aproximadamente 33 cm) e os gabiões de 0.50 m em duas camadas. Manter sempre o último gabião vazio para facilitar a montagem do gabião seguinte.



Após preencher 1/3 do gabião, colocar tirantes anteriormente ao preenchimento da camada seguinte. Não completar o enchimento de uma caixa sem que a caixa ao lado esteja também parcialmente preenchida.



Coloque novamente os tirantes para completar o enchimento do gabião.

11.3.5 Fechamento

O gabião deve ser fechado e a tampa unida aos painéis laterais com as operações de união, de modo que fique bem esticada. Para não haver folgas e para compensar o inevitável assentamento devido às cargas transmitidas pelas fiadas sucessivamente sobrepostas, o enchimento dos gabiões deve ultrapassar a sua capacidade em altura, em pelo menos 5 cm.

11.3.6 Geotêxtil

Deverá ser utilizado geotêxtil não-tecido de gramatura superior a 200 g/cm² na interface solo - gabião como forma de prevenção de transporte de solo (carreamento de finos) para o interior do mesmo.

11.3.7 Tela

A tela do Gabião Caixa deverá ser composta por arame BTC (baixo teor de carbono), material resistente à corrosão, com adequada resistência e flexibilidade. As dimensões da abertura da tela devem ter aproximadamente 8 x 10 cm. O diâmetro dos arames metálicos da rede devem ser de 2,7 mm e nas bordas de 3,4 mm.



11.3.8 Drenos

Quando utilizado Gabião Revestido, deverão ser instalados drenos a cada 5 metros de distância, conforme especificado em projeto, de modo evitar a saturação do solo por longos períodos, aumento do empuxo ativo e eventuais danos às estruturas.

Os drenos serão constituídos por tubos de PVC de 50 mm de diâmetro e 0,30 m de comprimento. Os drenos deverão ser instalados junto às pedras de preenchimento do gabião e atravessar a camada de revestimento.

11.3.9 Revestimento

O revestimento terá espessura de 5,0 cm, os quais 2,0 cm estarão entre as pedras de enchimento do Gabião. A argamassa deve ter traço areia / cimento 4:1.

O lançamento da argamassa será feita com auxílio de equipamento mecânico (projetor), espalhada e regularizada com desempenadeira. A projeção da argamassa deverá ser realizada ortogonalmente à parede, com planos de trabalho de, no máximo, 2 m de altura, objetivando-se reduzirem as perdas durante a execução.

As perdas (rejeitos) durante a execução do revestimento deverão ser removidas do canal e transportadas para área de bota-fora.

11.4 Estabilidade de encostas

11.4.1 Solo Grampeado

Solo Grampeado é uma técnica de contenção de taludes feita por meio da execução de chumbadores conectados a um sistema de revestimento que promove a estabilidade superficial. O sistema de revestimento pode ser rígido (concreto projetado) ou flexível (telas metálicas), sendo que este último pode receber vegetação.

Essa técnica pode ser aplicada em maciços a serem cortados - cuja geometria resultante não é estável ou em taludes existentes que não tenham estabilidade satisfatória (Figura 29). É ainda recomendado em áreas com pouca disponibilidade de espaço para aplicação de outros métodos (gabião por exemplo).



Figura 29 – Exemplo de aplicação de solo grampeado

O processo tem início com o corte do solo e estabilização do talude (Figura 30). Deve ser realizada a limpeza da encosta e verificada a estabilidade geotécnica do talude. Posteriormente, é feita a primeira linha de chumbadores e aplicado o revestimento. Caso o talude já esteja cortado, pode-se trabalhar de forma ascendente ou descendente, utilizando-se sempre a maneira que for mais conveniente. Simultaneamente ao avanço dos trabalhos, são executados os drenos profundos de paramento e as canaletas ou descidas d'água, conforme projeto.



Figura 30 – Fases construtivas

Os chumbadores (Figura 31) são peças moldadas no local por meio de operações de perfuração, usando-se equipamento mecânico ou manual, e instalação e fixação de armação metálica com injeção de calda de cimento sob pressão. Os

chumbadores podem ser feitos com a cravação de barras, cantoneiras ou tubos de aço, utilizando-se martelos pneumáticos ou ferramentas manuais.

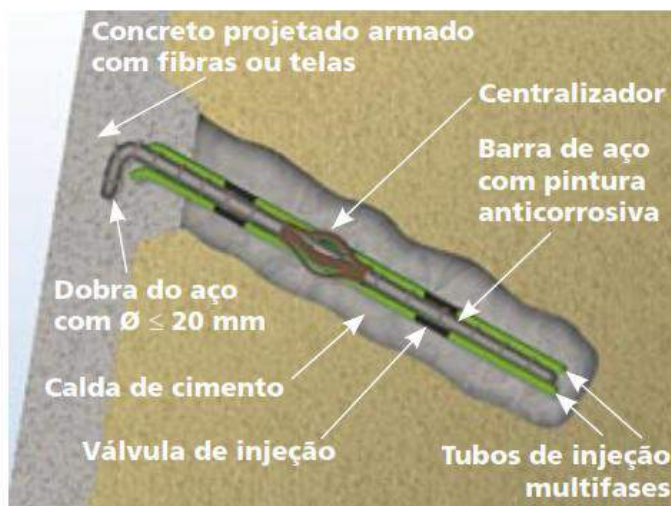


Figura 31 – Exemplo de um chumbador

Dependendo da profundidade do furo, do diâmetro e da área de trabalho, pode-se optar por perfuratrizes. Os chumbadores têm sempre inclinação abaixo da horizontal, variando de 5° a 30° e a escolha do método de perfuração deve ser feita de modo que a cavidade perfurada permaneça estável até a conclusão da injeção. Concluída a perfuração, segue-se a instalação e fixação da armação metálica com tratamento anticorrosivo, feito usualmente por meio de resinas poliméricas e calda de cimento.

A aplicação do concreto projetado deve ser feita em movimentos contínuos, usualmente circulares, dirigidos ortogonalmente à superfície, a uma distância de 1 m. As telas eletrossoldadas são a armação convencional do concreto projetado, obtido por via seca. O concreto projetado é uma mistura de cimento, areia, pedrisco, água e aditivos, que é impulsionada por ar comprimido desde o equipamento de projeção até o local de aplicação, através de mangote (Figura 32).



Figura 32 – Lançamento do concreto projetado

O revestimento do solo grampeado também pode ser feito com grama (Figura 33).



Figura 33 – Revestimento com grama do solo grampeado

É recomendada a execução de serviços de drenagem profunda e de superfície. Para drenagem profunda, usa-se o Dreno Subhorizontal Profundo (Figura 34). São elementos que captam as águas distantes da face do talude antes que nela aflorem. Ao captá-las, conduzem-nas ao paramentos e as despejam em canaletas. Constan de tubos plásticos drenantes de 1 ¼" a 2", em perfurações no solo de 2 ½" a 4". Os tubos são perfurados e recobertos por manta geotêxtil ou por telas de náilon.



Figura 34 – Drenos profundos

Os drenos de superfície são de paramento ou canaletas. Durante a execução, devem ser avaliados e determinados as posições e fluxos do lençol freático. As canaletas de crista e pé, bem como as de descida d'água, são moldadas no local e revestidas por concreto projetado. Em cada caso, deve-se analisar o eventual efeito erosivo no despejo produzido por essa forma de captação e condução das águas.

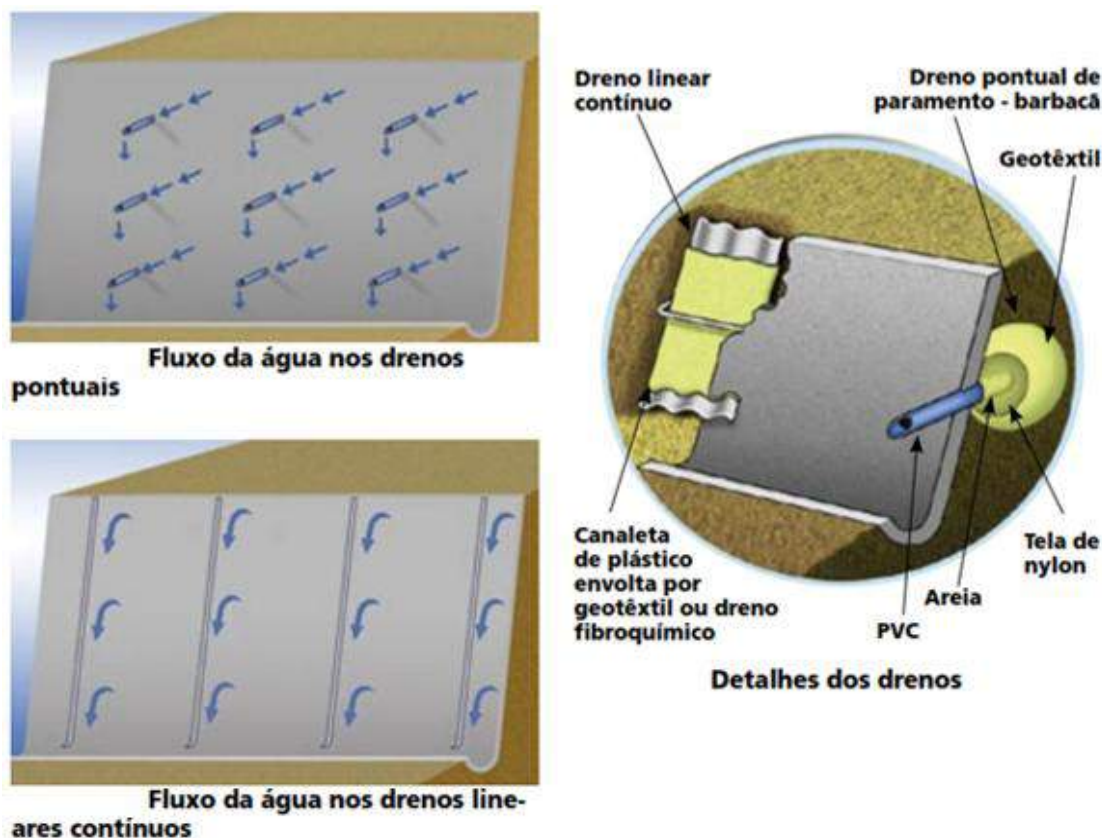


Figura 35 – Drenos de superfície

11.5 Concreto

Os materiais, dosagem, preparo, formas, lançamento, adensamento e aço estrutural do concreto armado, bem como outras disposições, obedecerão rigorosamente as Normas Brasileiras da ABNT, NBR 6118, NBR 6120, NBR 6122, NBR 8681, NBR 12655, as indicações descritas no projeto estrutural de concreto armado e as indicações descritas neste item.



11.5.1 Preparo do Concreto

O concreto deverá ser preparado de maneira que seja obtida uma mistura trabalhável, compatível com a resistência final e com os coeficientes de variação pretendidos, com menor quantidade de cimento e baixo "Slump". A consistência deverá estar de acordo com as dimensões da peça, distribuição das armaduras no seu interior e com os processos de lançamento e adensamento.

O concreto será completamente misturado até que seja obtida uma aparência uniforme, com todos os componentes igualmente distribuídos.

O preparo e a mistura do concreto deverão ser procedidos o mais próximo possível dos locais de concretagem, para evitar segregação do concreto e aumento desnecessário do tempo gasto durante o transporte.

11.5.2 Transporte

Após as operações de mistura, o concreto deverá ser despejado diretamente no local de lançamento. Não será permitido acrescentar água ao concreto durante ou após as operações de transporte.

O transporte de concreto, entre as centrais e os locais de lançamento, deverá ser feito no menor tempo possível de tal forma que sejam evitados segregação, perdas de material ou aumento excessivo de temperatura do concreto.

11.5.3 Formas

As formas deverão ser rigorosamente executadas, com as dimensões indicadas no projeto, com material escolhido de boa qualidade e adequado para o tipo de acabamento (destinado às superfícies de concreto por elas envolvidas). Para as partes da estrutura em concreto aparente serão utilizadas chapas de madeira compensada, tábuas apropriadas às exigências do projeto que atendam condições de espessura e de superfície ou formas metálicas reaproveitáveis.

Deverão ter resistência necessária para suportar os esforços resultantes do lançamento do concreto, das pressões provocadas pelos vibradores no concreto fresco e ser convenientemente fixadas e travadas, de tal modo que não sofram deformações



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



pela ação destes esforços, nem pela ação dos fatores de ambiente. Precauções especiais deverão ser tornadas para garantir as contra flechas e os acabamentos indicados no projeto. Além disso, deverão ser suficientemente estanques para evitar a perda de argamassa ou nata de cimento.

A construção das formas deverá facilitar a desforma, evitando-se assim esforços e choques violentos sobre o concreto endurecido.

Todos os serviços, desde o escoramento até as formas propriamente ditas, deverão ser cuidadosamente revistos pela Contratada, antes de qualquer concretagem.

Por ocasião do lançamento do concreto, as formas deverão ser cuidadosamente limpas e isentas de incrustações de argamassa e outros materiais estranhos. Além disso, deverão ser molhadas até a saturação, de modo a impedir a absorção da água de amassamento.

As formas não deverão ser removidas antes dos prazos indicados na NBR 6118, exceto em casos especificamente autorizados pela Fiscalização.

11.5.4 Armaduras

As barras serão cortadas e dobradas a frio, com auxílio de equipamento apropriado, sendo vedado qualquer tipo de aquecimento para facilitar o dobramento ou corte. Os pinos de dobramento deverão estar de acordo com as normas específicas da ABNT.

Não será permitida a utilização de barras com curvas ou dobras não indicadas em Projeto, bem como o emprego de barras redobradas. Todas as armaduras deverão, quando ao lançamento do concreto, estar livre de sujeira, ferrugem, óleo, graxa ou qualquer material que possa prejudicar a aderência do aço ao concreto. Durante as concretagens, cuidados especiais deverão ser tomados para a remoção de concreto fresco aderido à ferrugem que ficará exposta, a fim de que não endureça sobre a mesma.



11.5.5 Lançamento

Todo o concreto lançado sobre solo deverá ser despejado sobre superfícies firmes, limpas, úmidas e isentas de água livre. As superfícies a serem recobertas por concreto deverão ser sempre mantidas na condição de “saturada com superfície seca”.

Não será permitido o lançamento de alturas superiores a 2,00 m, a menos que sejam utilizadas tremonhas e trombas, com a finalidade de orientar a queda do concreto diretamente aos pontos de aplicação evitando qualquer tipo de segregação.

Não será permitida qualquer adição de água durante o lançamento do concreto, com o intuito de torná-lo mais trabalhável.

11.5.6 Adensamento

Logo após o lançamento, o concreto será adensado, através de vibradores de imersão até atingir a densidade máxima praticável e obter o perfeito preenchimento dos vazios, eliminando bolhas de ar e permitindo um bom contato entre argamassa, agregados, formas e ferragem.

A vibração será feita até que cesse o aparecimento, de bolhas de ar na superfície do concreto e, deverá ser controlada, com o objetivo de evitar segregação e exsudação.

Os vibradores serão introduzidos no concreto recém-lançado, em posição próxima da vertical, e deverão penetrar cerca de 10 cm na camada subjacente, garantindo bom entrosamento entre as camadas.

Somente após o completo e uniforme adensamento de cada camada, será permitido o lançamento da subsequente.

11.5.7 Cura

A cura do concreto deverá ser realizada permanentemente durante 7 dias mantendo as superfícies exposta ao ambiente úmidas. O umedecimento objetiva evitar evaporação da água da mistura, retração e o surgimento de fissuras, e conseqüentemente, redução da resistência e da durabilidade do concreto. A cura



inadequada pode deixar a camada superficial fraca, porosa, permeável e vulnerável à entrada de substâncias agressivas provenientes do meio-ambiente.

11.5.8 Drenos

Deverão ser instalados drenos de areia nas laterais das paredes do canal (cortina vertical) e drenos com manta geotêxtil (barbacãs), conforme especificado em projeto, de modo evitar a saturação do solo por longos períodos e eventuais danos nas estruturas adjacentes, além de sobrecargas não previstas nos projetos.

Deverão ser previstos drenos de fundo nos canais, espaçados a cada 2,00m em duas linhas com filtros a serem determinados em obra, conforme especificado em projeto. Os drenos de fundo tem a função de evitar subpressões (empuxos) da água do lençol freático.

11.6 Vias pavimentadas

11.6.1 Camadas de Concreto Betuminoso Usinado a Quente

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja base é granular (Brita Graduada, Macadame Hidráulico, etc), deverá ser executado um tratamento superficial simples sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;
- Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira. A capa intermediária de CBUQ (binder) terá espessura média de 6 cm, classificada na “faixa D”;



- A capa final de CBUQ terá espessura média de 4 cm, classificada na “faixa C”.

11.6.2 Imprimações Betuminosas

As etapas de aplicação de imprimações betuminosas devem obedecer as seguintes particularidades:

- Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o empreiteiro deverá providenciar, o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc;
- A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassoura manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada.;
- A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis;
- A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição;
- O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória equidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da obra de distribuição deverão ser devidamente treinados;
- A distribuição será executada com a mangueira de operação manual, sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



de distribuição. Nas fendas a aplicação será executada com o regador tipo “bico de pato”;

- Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los;

11.6.3 Preparo do Subleito do Pavimento

Nos aterros, onde houver necessidade, os solos a serem utilizados deverão ter características uniformes a possuir qualidades iguais ou superiores às do materiais previsto no projeto do pavimento. Em qualquer caso, não será admitida a utilização de solos turfosos ou que contenham substâncias orgânicas ou ainda materiais não qualificados (pedaços de madeira, borracha, tecidos, etc.).

Concluída a compactação do subleito, a superfície deverá ser conformada com motoniveladora, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto.

O acabamento da superfície deverá ser obtido através de equipamentos tipo rolo pneumático de pressão variável e/ou rolo liso, até que se apresente lisa (sem sulcos) e isenta de partes soltas.

Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da melhoria do subleito, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

11.7 Rede de drenagem de águas pluviais

A adequação do sistema de drenagem de águas pluviais devem seguir as seguintes etapas:

- Construção da rede de águas pluviais projetada, composta por tubulações e bocas de lobo;

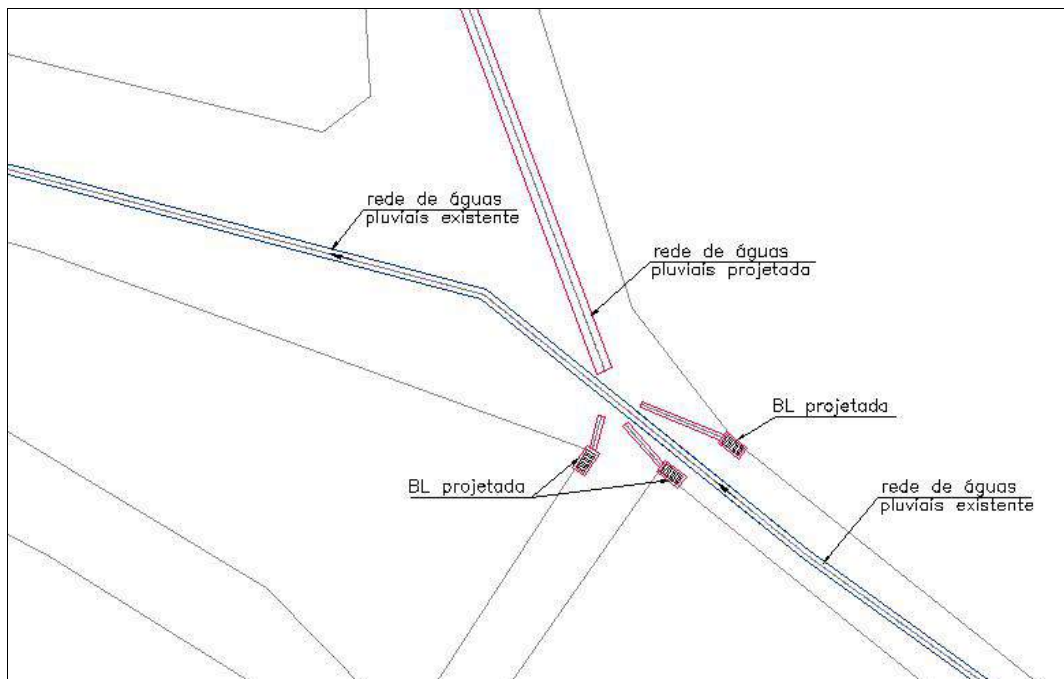


Figura 36 - Adequação do sistema de drenagem – Etapa 1

- Construção do poço de visita e desativação do trecho indicado em projeto;

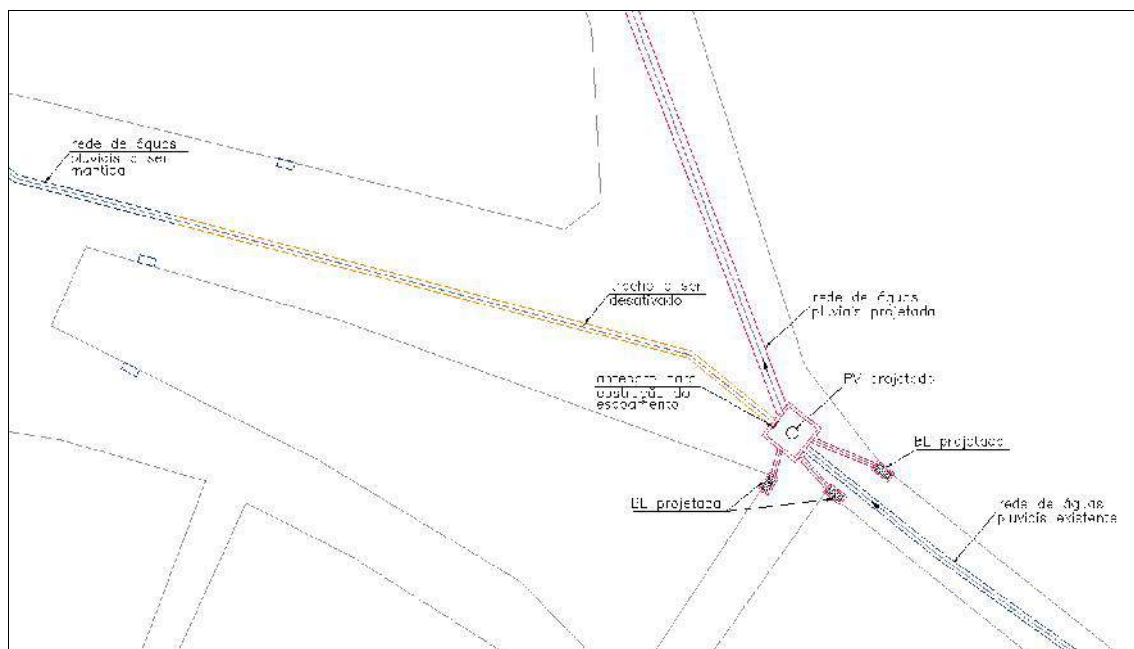


Figura 37 - Adequação do sistema de drenagem – Etapa 2

A desativação do trecho de rede existente deve ser realizado somente após a construção da rede projetada. A Figura 38 representa o método para interrupção do trecho de rede.

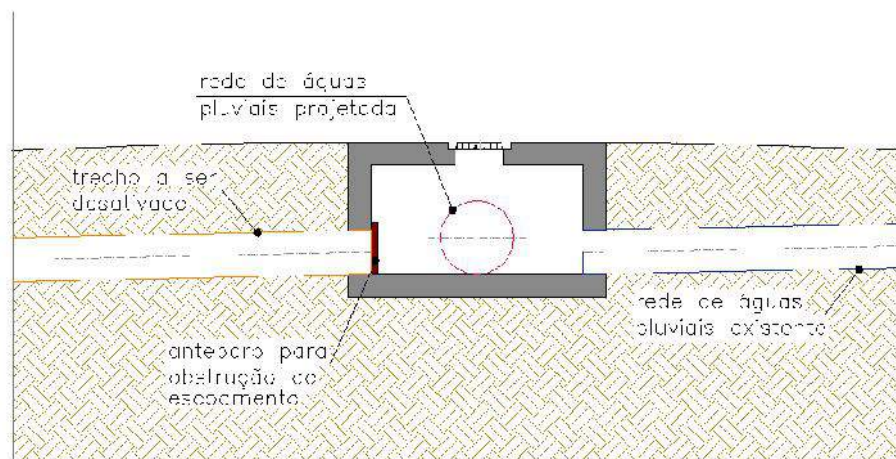


Figura 38 – Método para desativação de trecho de rede

Os trabalhos descritos a seguir referem-se à escavação, escoramento de valas, assentamento da rede, tubulações de concreto, construção de poços de visita e reparos de bocas de lobo.

11.7.1 Escavação

Ao longo de todo o processo de escavação a vala deve ser preservada seca, de modo a garantir a estabilidade das paredes. É importante ressaltar que mesmo profundidades pequenas podem carecer de proteção devido a cargas de tráfego nas proximidades, perda de consistência no solo por trabalhos anteriores e caso sejam esperadas vibrações no processo de escavação.

Para os casos em que não sejam utilizados escoramentos, a vala deverá escavada em talude com inclinação de 2:1.



11.7.2 Escoramentos

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,25 metros. Em todos os serviços de escavação, a contratada deve seguir as Instruções de Segurança e a NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto.

O ângulo de inclinação dos taludes depende principalmente das condições geotécnicas do subsolo e devem ser definidos de modo a garantir estabilidade das paredes contra os efeitos de erosão.

Visando a prevenção de acidentes envolvendo escorregamentos, deverão ser utilizados pontaletes e estroncas de madeira para o escoramento das valas durante a execução das estruturas componentes da rede de microdrenagem. O pontaleteamento com estroncas de Ø 0,20m poderá ser utilizado para instalação de tubulações de até 1000 mm. Para o assentamento de rede com diâmetro superior a 1000 mm e, conseqüentemente, valas mais profundas, as estroncas deverão possuir diâmetro superior a 0,20 metros. As estroncas de madeira poderão ser substituídas por perfil metálico.

As dimensões mínimas das peças e os espaçamentos máximos a serem utilizados são exemplificadas na Figura 39.

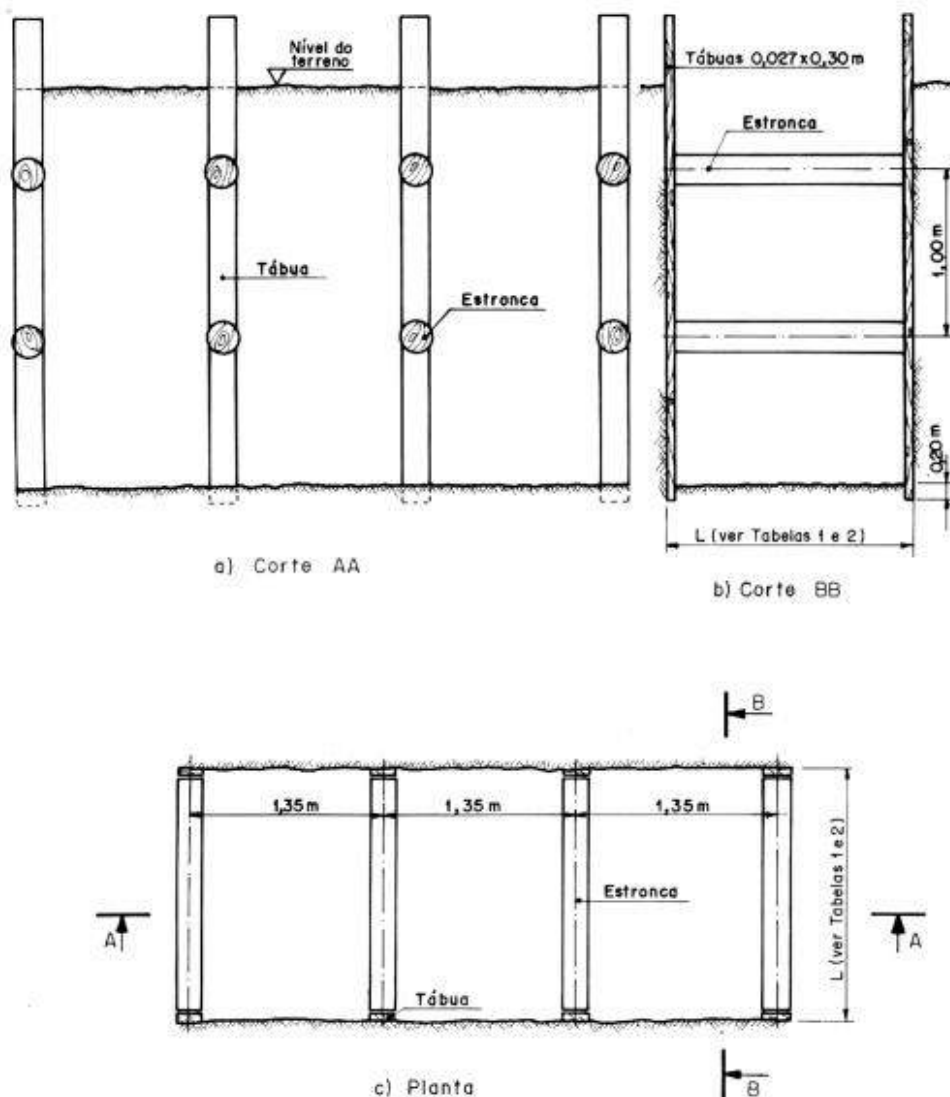


Figura 39 - Detalhe de pontaleamento. Fonte: ABNT - NBR 12266

11.7.3 Assentamento da Rede

Os procedimentos de execução da rede devem seguir os parâmetros listados a seguir:

- Instalar réguas distanciadas de no máximo 10 metros;
- Estender uma linha contínua e tensionada, pelos pontos das réguas que indicam o eixo da canalização;
- Locar o pé do gabarito sobre a geratriz interna inferior do tubo na ponta da bolsa, fazendo coincidir a marca do gabarito com a linha;



- Posterior ao assentamento do tubo da rede de drenagem, deverá ser realizado o reaterro compactado.

É importante ressaltar que o primeiro tubo deve ser nivelado em ambas as extremidades.

11.7.4 Tubulações em Concreto

Todos os encontros entre as peças da tubulação deverão ser protegidos contra infiltração ou vazamentos através da aplicação de argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Para isto deve-se seguir os procedimentos:

- Limpeza das superfícies de ponta e bolsa dos tubos;
- Aplicar argamassa na região interna da bolsa e externa da ponta das tubulações;
- Locar as peças dentro da vala e acoplá-las com cuidado;

Aplicar argamassa ao redor do encaixe e aguardar secagem antes de se iniciar o reaterro.

11.7.5 Construção de Bocas de Lobo e Poços de Visita

As bocas de lobo e poços de visita que vierem a ser danificadas ou demolidas durante as obras deverão ser reconstruídas. Ambas são estruturas usualmente construídas em tijolos maciços ou com concreto armado moldado em loco, devendo seguir os mesmos parâmetros e cuidados básicos durante sua execução:

Deverão ser construídos em concordância com as respectivas tubulações de chegada e saída. Sobre a câmara de trabalho deverá ser colocada uma laje de concreto, voltada para montante e com o centro localizado sobre o eixo da tubulação de chegada;

A chaminé será construída em alvenaria de tijolos maciços assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com largura interna mínima de 60 cm e altura variável;

Deverá ser instalada uma escada de marinheiro no interior do poço de visita de acordo com as especificações do projeto.



11.8 Demolição, remoção e reconstrução das interferências existentes

No local da obra do canal haverá interferências devido à existência de componentes da infraestrutura urbana, postes da rede de energia elétrica, rede de abastecimento de água e rede de esgotamento sanitário e rede de águas pluviais.

As interferências, sempre que possível, deverão ser minimizadas reduzindo as áreas de escavação e aterro, executando-os em taludes com inclinação 1:2 (ângulo de 63°) para estabilidade do solo.

11.8.1 Interferência com postes da rede de energia elétrica

Os postes da rede de energia elétrica serão preservados desde que estejam localizados em um raio mínimo de 2,50 metros de distância das áreas previstas para escavação, de modo reduzir ou eliminar interferência e risco de queda destes.

As interferências com a rede de energia elétrica e telefonia, bem como os métodos construtivos, serão apresentados às concessionárias responsáveis para que os procedimentos sejam verificados e o planejamento da obra e remoção de postes realizados.

11.8.2 Interferência com travessias aéreas da rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Atualmente encontram-se sobre os canais as travessias aéreas da rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Para a construção do canal projetado a escavação do canal deverá ser realizada utilizando-se equipamentos leves de escavação ou ainda manualmente, de modo que a interferência seja a menor possível, eliminando-se a necessidade de interrupção e deslocamento da mesma.

11.8.3 Interferência com rede de esgotamento sanitário

O coletor do sistema de esgotamento sanitário do município encontra-se no fundo e paralelo ao canal. Deverá ser verificada a interferência com coletor em projeto executivo anteriormente ao início da escavação.

Nos trechos em que a linha do coletor existente se encontrar fora da área de canalização, o emissário será preservado. O coletor existente somente deverá ser



desativado e demolido após a construção do coletor projetado, de modo a reduzir interferências e lançamento de esgoto nos cursos d'água, dada a impossibilidade de interromper o escoamento do efluente pelo mesmo. Os trechos relocados deverão ter características semelhantes aos dos trechos originais. Deverão ser utilizados procedimentos adequados para que não ocorra contato entre os equipamentos de escavação e o coletor, e possível risco de rompimento da tubulação durante a execução das obras.

11.8.4 Passeio

O passeio de concreto demolido ou danificado durante as obras deverá ser refeito posteriormente, nas mesmas dimensões e características dos materiais anteriormente existentes.

O lançamento do concreto do passeio deverá ser executado após o assentamento das guias.

No trecho do passeio sem revestimento em concreto, deverá ser realizado o plantio de grama e, caso seja definido com a contratante, o plantio de árvores, mudas e demais vegetações.

11.8.5 Plantio de mudas

As espécies escolhidas para o reflorestamento deverão ser submetidas à aprovação da CETESB e Prefeitura Municipal. Lateralmente à ciclofaixa ou as calçadas, as espécies deverão ter raiz pivotante para não danificar o concreto das mesmas.

Para que o reflorestamento seja satisfatório a metodologia de plantio deverá seguir algumas medidas:

- Melhorar as condições físicas de aeração/drenagem;
- Descompactação da terra para melhor desenvolvimento do sistema radicular;
- Controle de formigas cortadeiras através da utilização de isca macro e micro granulada na entrada dos formigueiros, na dosagem estimada de 10g/m²;



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Cercamento das áreas com cercas para proteção das mudas contra animais que possam danificá-las;
- Misturar cerca de 4 litros de esterco curtido com a terra da cova;
- Realização do plantio no período chuvoso para evitar gastos relacionados à irrigação;

Realizar manutenção por no mínimo dois anos após o plantio com capina da biomassa herbácea (coroamento das mudas) para erradicar plantas invasoras que ponham em risco a sobrevivência das mudas, controle fitossanitário, combate às formigas e eliminação de outros insetos predadores (cupins, besouros, etc.).



12. Análise benefício custo

A análise benefício custo foi realizada para as obras do canal do ribeirão Capivari, trecho este com maiores problemas de inundação, pelos prejuízos quando da ocorrência destes e pelas interferências existentes com residências, infraestrutura, localização da obra e impactos ambientais.

A análise benefício custo foi realizada analisando-se os custos evitados, onde os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela implantação das medidas estruturais em comparação com o custo das obras do canal.

12.1 Custo de indenização dos prejuízos das enchentes

A indenização dos prejuízos das enchentes permite comparar os custos das obras propostas com o custo em não se realizar as obras mediante às perdas individuais decorrentes de uma inundação. A maior dificuldade desta medida está em quantificar e comprovar as perdas provocadas pelos eventos.

Atualmente, o município de Campos do Jordão isenta de impostos, como IPTU e ISS, aqueles atingidos por inundações, deslizamento e enchentes. Em alguns países em que o sistema de proteção contra inundações já está implantado há anos, os governos indenizam todos os prejuízos ou parte destes que vierem a ocorrer às populações em precipitações com período de retorno superiores ou iguais há 100 anos.

Segundo Canholi (2005), é necessário o levantamento planialtimétrico cadastral de toda área sujeita a inundação; avaliação de bens móveis, imóveis e equipamentos atingíveis em toda cota de inundação; a estimativa de perdas oriundas de interrupção de acessos e tráfego; estimativa de despesas de limpeza e desinfecção de áreas atingidas; avaliação da receita de locação perdida; e avaliação das perdas industriais e do comércio quando submetidos a enchentes. Neste estudo, a estimativa do custo de indenização se limitará à comparação entre alternativas.

A estimativa do custo foi realizada por meio da equação apresentada por Canholi (2005) e Tucci (2007), descrita na Equação 13.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



$$D_t = k_d \cdot h \cdot M \cdot U \cdot A_i$$

Equação 13

Na qual:

D_t : dano total devido à enchente para um evento (R\$);

k_d : índice de dano de enchente (m^{-1});

h : profundidade média de inundação (m);

M : índice de valor de mercado de desenvolvimento da área de inundação (R\$/m²);

U : proporção de área de inundação ocupada por área total inundada;

A_i : área total de inundação (m²)

Os parâmetros K_d e M são de difícil mensuração, uma vez que há residências, comércio, edifícios públicos, sistema viário e praças nas áreas inundáveis.

Canholi (2005) utilizou K_d de 0,15/m, valor este adotado no presente estudo. O parâmetro “ M ” representa o valor das propriedades e foi definido para cada Trecho do Canal Capivari e região (bairro), por meio de pesquisa de mercado, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Custo dos imóveis em Áreas Inundáveis

Custo de indenização (R\$/m ²)			
Bairro Vila Fracalanza	Bairro Abernêssia	Bairro Bela Vista	Bairro Vila Jaguaribe
2.286,00	2.344,00	1.714,00	2.857,00

A profundidade média (h) está associada a um evento hidrológico e tem variação a cada trecho do ribeirão Capivari e entre as margens esquerda e direita do mesmo. O parâmetro U e A também estão associados a um evento hidrológico e consideram a vida útil das obras de 25 anos. Não são equacionados prejuízos de ordem pessoal e social, como mortes, contaminação por doenças de veiculação hídrica, ausência e atrasos de compromissos, etc.

Os custos de indenização para áreas inundáveis para diferentes bairros e trechos do canal do ribeirão Capivari são apresentados nos itens seguintes.

12.1.1 Custos de indenização – Trecho 1

O trecho 1 do canal de concreto proposto compreende o Bairro Fracalanza . O valor de indenização estimado para a inundação de chuvas com diferentes períodos de retorno são apresentados na Tabela 11. Sendo as simulações hidrológicas do presente estudo realizadas para um cenário futuro de 25 anos, conforme termo de referência, determinou-se a curva de prejuízo em função do nível de inundação (Figura 40).

Tabela 11 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 1

Parâmetro	Tr 100 anos	Tr 50 anos	Tr 10 anos
kd	0,15	0,15	0,15
H (m)	1,00	0,80	0,50
M (R\$/m ²)	2286	2286	2286
U	0,60	0,48	0,30
A (m ²)	94.001,82	75.201,45	47.000,91
D _t (R\$)	19.339.933,87	9.902.046,14	2.417.491,73

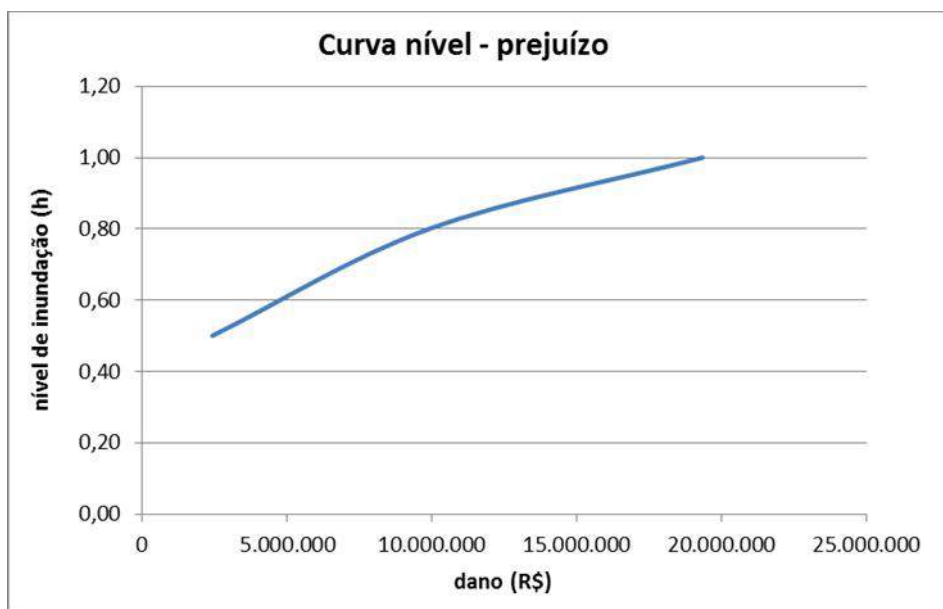


Figura 40 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 1

12.1.2 Custos de indenização – Trecho 2

O trecho 2 do canal de concreto proposto compreende os Bairros Abernécia e Bela Vista. O valor de indenização estimado para a inundação de chuvas com diferentes períodos de retorno são apresentados na Tabela 12 e a curva de prejuízo em função do nível de inundação na Figura 41.

Tabela 12 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 2

Parâmetro	Tr 100 anos	Tr 50 anos	Tr 10 anos
kd	0,15	0,15	0,15
H (m)	1,00	0,80	0,50
M (R\$/m ²)	1988,5	1988,5	1988,5
U	0,53	0,42	0,27
A (m ²)	160.842,13	128.673,70	80.421,06
D _t (R\$)	25.426.848,55	12.895.729,98	3.238.325,05

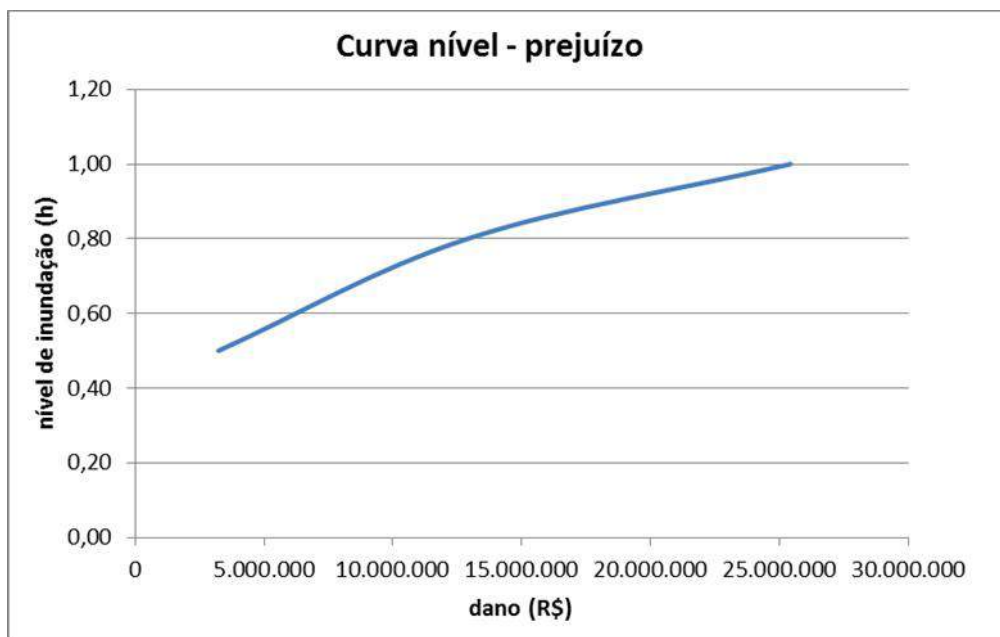


Figura 41 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 2

12.1.3 Custos de indenização – Trecho 3

O trecho 3 do canal de concreto proposto compreende o Bairro Vila Jaguaribe. O valor de indenização estimado para a inundação de chuvas com diferentes períodos de retorno são apresentados na Tabela 13 e a curva de prejuízo em função do nível de inundação na Figura 42.

Tabela 13 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's – Trecho 3

Parâmetro	Tr 100 anos	Tr 50 anos	Tr 10 anos
kd	0,15	0,15	0,15
H (m)	0,80	0,64	0,40
M (R\$/m ²)	2466,67	2466,67	2466,67
U	0,91	0,64	0,40
A (m ²)	28.725,47	22.980,38	14.362,74
D _t (R\$)	7.737.503,06	3.482.726,65	850.275,06

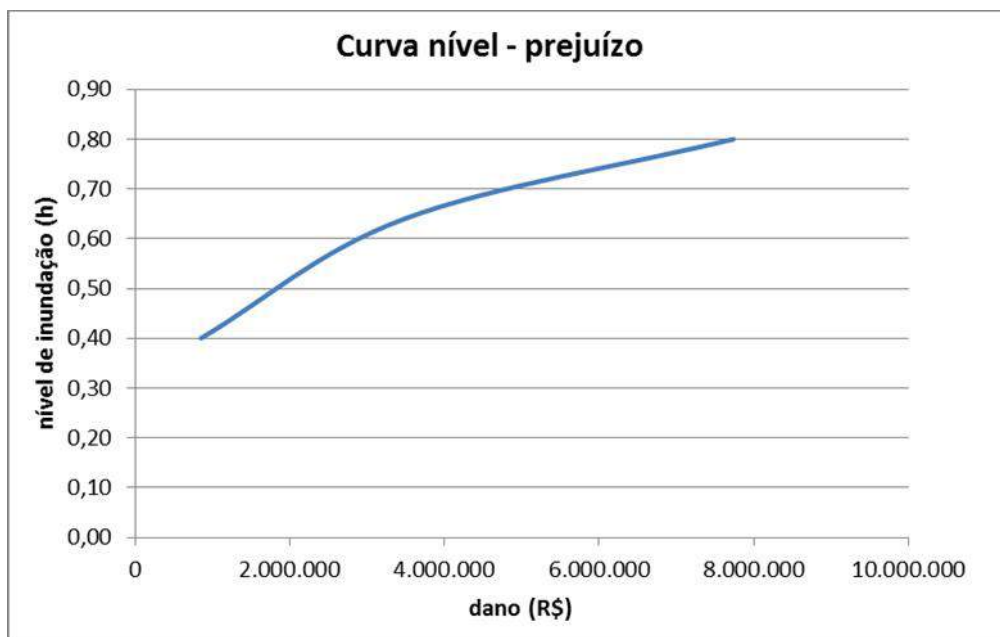


Figura 42 - Curva nível – prejuízo de inundações – Trecho 3



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



12.1.4 Custos de indenização total

A somatória dos custos de indenização, contemplando os trechos 1, 2 e 3 do canal proposto é apresentado na Tabela 14. Estes custos serão utilizados para compor os custos da Alternativa 3.

Tabela 14 - Danos devido à inundações para diferentes Tr's

Custo total de indenização (R\$)			
Trecho	Tr 100 anos	Tr 50 anos	Tr 10 anos
1	19.339.933,87	9.902.046,14	2.417.491,73
2	25.426.848,55	12.895.729,98	3.238.325,05
3	7.737.503,06	3.482.726,65	850.275,06
Total	52.504.285,47	26.280.502,77	6.506.091,85



13. Seleção e justificativa de alternativa

São apresentadas as comparações entre as alternativas para solução das inundações do rio Capivari, sendo elas:

- **Alternativa 1:** canalização do ribeirão Capivari, com desapropriação da Área de Preservação Permanente de 30 metros;
- **Alternativa 2:** canalização do ribeirão Capivari, com desapropriação de uma faixa de 5,00 metros da Área de Preservação Permanente para execução das obras e implantação de faixa de servidão;
- **Alternativa 3:** preservação da situação atual do rio Capivari, com indenização dos prejuízos causados pelas inundações com Período de Retorno (Tr) de 100 anos.

Para as obras de adequação de travessias e implantação de redes de drenagem não são feitas comparações, uma vez que foram apresentadas apenas uma solução técnica. Serão avaliados, para efeito de comparação entre alternativas, os custos de das obras no ribeirão Capivari.

13.1 Custos das obras

Nesta fase de estudos, os custos das obras foram avaliados a partir de um anteprojeto ao nível de detalhe de viabilidade técnica onde foi possível estimar volume das obras e quantidades de serviços, como por exemplo, volume de concreto, de movimento de terra, transporte de resíduos de construção civil (entulho) e fundação. Os projetos básico e executivo das obras propostas permitirão compor estes custos com maior precisão.

Os custos foram estimados preliminarmente utilizando os bancos de preços da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), com o acréscimo dos valores de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 30%. As obras propostas não utilizam equipamentos como comportas, válvulas e bombas e a operação das



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



estruturas independem de fornecimento de energia elétrica. Portanto, não há custos de depreciação de equipamento e de operação.

13.1.1 Custos de manutenção

Os custos de manutenção foram avaliados para as duas alternativas.

Para a Canalização do ribeirão Capivari foram adotados os seguintes serviços de manutenção:

- Desassoreamento do canal;
- Manutenção de juntas de dilatação

Para a execução destes serviços foram considerados equipe técnica, carga e descarga de material removido e transporte até área de bota-fora.

Para o ribeirão Capivari em sua situação atual foram adotados os seguintes serviços de manutenção:

- Limpeza das margens, com poda e capina da vegetação
- Raspagem da camada superficial para limpeza e retaludamento de áreas erodidas
- Desassoreamento do canal;

Para a execução destes serviços foram considerados equipe técnica, carga e descarga de material removido e transporte até área de bota-fora.

A Tabela 15 apresenta os custos de manutenção das alternativas.

Tabela 15 - Custos de manutenção das Alternativas (R\$)

Trechos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	54.073,36	54.073,36	55.399,43
2	109.496,56	109.496,56	300.215,52
3	67.374,93	67.374,93	214.105,00
Total	230.944,85	230.944,85	569.519,95

13.1.2 Custos de desapropriação

A estimativa do custo de desapropriação de imóveis para a execução das obras foi realizada por meio de consultas à imobiliárias para estimativa do valor de mercado



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



das áreas, conforme descrito na Tabela 10. O valor venal municipal não foi consultado, pois em geral, este é muito inferior ao valor de mercado.

Dois fatores incidem negativamente sobre os valores das áreas, de acordo com a NBR 14653/2011 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE-SP) e Norma Técnica SABESP (NTS) 297/2012:

- Localização em Área de Preservação Permanente, o que lhe confere uma redução de 30% do seu valor;
- Ausência ou precariedade em infraestrutura, tais como acesso às residências por vias asfaltadas e passeio. Em muitos casos, há ausência de recuos frontais e laterais. Portanto, depreciação de 20% do seu valor.

Na Tabela 16 é apresentado o custo de desapropriação para a Alternativa 1 e na Tabela 17 o custo de desapropriação para a Alternativa 2.

Tabela 16 - Custos de desapropriação para construção do canal do ribeirão Capivari – Alternativa 1

Trechos	Área a desapropriar (m ²)	Custo unitário médio de mercado (R\$/m ²)	Custo total (R\$)
1	24.296,15	1.280,16	31.102.956,95
2	37.877,88	1.113,56	42.179.291,83
3	38.161,75	1.381,34	52.714.168,98
Total	100.335,78	-	125.996.417,76

Tabela 17 - Custos de desapropriação para construção do canal do ribeirão Capivari – Alternativa 2

Trechos	Área a desapropriar (m ²)	Custo unitário médio de mercado (R\$/m ²)	Custo total (R\$)
1	4.915,44	1.280,16	6.292.544,55
2	7.887,86	1.113,56	8.783.601,71
3	7.209,97	1.381,34	9.959.384,80
Total	20.013,26	-	25.035.531,06



13.2 Análise da alternativa 1

A alternativa 1 consiste na canalização do rio Capivari em canal retangular de concreto, iniciando-se na Travessa Emílio Rosa e termina na rua Neme S. Najar. Para esta alternativa, priorizou-se dimensionar um canal com capacidade de escoamento para cheias com período de retorno de 100 anos.

13.2.1 Análise Técnica

- A canalização proposta elimina os problemas de inundação do ribeirão Capivari e elimina a ocorrência de afogamento das estruturas do sistema de microdrenagem com lançamento no referido rio. Entretanto, transfere a cheia para pontos a jusante;
- Em alguns trechos não há disponibilidade de área livre para a construção do canal, sendo necessária a interferência no passeio e vias existentes, além de adequação de pontes do ribeirão Capivari, relocação do coletor da rede de esgotamento sanitário existente na calha rio e desapropriação;
- Haverá a necessidade de serviços de manutenção periódicos, de recomposição de mata ciliar e desassoreamento do canal;
- A obra permitirá promover melhorias no aspecto hidráulico, urbanístico, paisagístico e valorização das áreas adjacentes.

13.2.2 Análise Ambiental

São impactos a considerar:

- Alteração da calha natural do rio Capivari;
- Produção de sedimentos durante serviços de escavação na fase de implantação da obra;
- Transferência de cheias para municípios a jusante;
- Desapropriação de áreas para obras do canal.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



13.2.3 Análise Econômica

O custo total da **Alternativa 1** é de **R\$ 162.587.277,65**, conforme apresentado na Tabela 18. Os custos evitados de inundações com Tr de 100 anos, calculados na alternativa 3, são de R\$ 53.074.005,42. Portanto, o custo de canalização do canal somado às desapropriação é 306% mais caro que a Alternativa 3. Constata-se ser economicamente inviável em relação à Alternativa 3.

Tabela 18 – Composição dos custos da Alternativa 1

Item	Custo (R\$) da Alternativa 1
Construção	36.359.915,04
Manutenção	230.944,85
Desapropriação	125.996.417,76
Indenização	0,00
Total	162.587.277,65

13.3 Análise da alternativa 2

A alternativa 2 consiste na canalização do rio Capivari em canal retangular de concreto, iniciando-se na Travessa Emílio Rosa e termina na rua Neme S. Najar. Para esta alternativa, priorizou-se dimensionar um canal com capacidade de escoamento para cheias com período de retorno de 100 anos.

13.3.1 Análise Técnica

- A canalização proposta elimina os problemas de inundação do ribeirão Capivari e elimina a ocorrência de afogamento das estruturas do sistema de microdrenagem com lançamento no referido rio. Entretanto, transfere a cheia para pontos a jusante;
- Em alguns trechos não há disponibilidade de área livre para a construção do canal, sendo necessária a interferência no passeio e vias existentes, além de adequação de pontes do ribeirão Capivari, relocação do coletor da rede de esgotamento sanitário existente na calha rio e desapropriação;



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Haverá a necessidade de serviços de manutenção periódicos, de recomposição de mata ciliar e desassoreamento do canal;
- A obra permitirá promover melhorias no aspecto hidráulico. Haverá melhorias no aspecto urbanístico, paisagístico e valorização das áreas adjacentes em menor escala comparado à **Alternativa 1**.

13.3.2 Análise Ambiental

São impactos a considerar:

- Alteração da calha natural do rio Capivari;
- Produção de sedimentos durante serviços de escavação na fase de implantação da obra;
- Transferência de cheias para municípios a jusante;
- Desapropriação de áreas para obras do canal em menor escala se comparado à **Alternativa 1**.

13.3.3 Análise Econômica

O custo total da **Alternativa 2** é de **R\$ 61.626.390,94**, conforme apresentado na Tabela 19. Os custos evitados de inundações com Tr de 100 anos, calculados na alternativa 3, são de R\$ 53.074.005,42. Portanto, o custo de canalização somado às desapropriação é 116% mais caro que a Alternativa 3. Se comparada à Alternativa 1, a Alternativa 2 corresponde a 37% de seu valor.

Constata-se que a Alternativa 2 é economicamente viável em relação às demais alternativas.

Tabela 19 – Composição dos custos da Alternativa 2

Item	Custo (R\$) da Alternativa 1
Construção	36.359.915,04
Manutenção	230.944,85
Desapropriação	25.035.531,06
Indenização	0,00
Total	61.626.390,94



13.4 Análise da alternativa 3

A alternativa 3 consiste na preservação do rio Capivari em sua situação atual com indenização dos prejuízos causados por inundações. Para esta alternativa, priorizou-se evitar interferências antrópicas causadas por obras e assumir a convivência com as inundações.

13.4.1 Análise Técnica

- A preservação da situação atual do ribeirão Capivari não elimina os problemas de inundação e permite a ocorrência de afogamento das estruturas do sistema de microdrenagem com lançamento no referido rio;
- Inundação de áreas urbanizadas, dentre elas áreas residenciais e comerciais;
- Erosão das margens, colapso do solo e interferência no passeio, sistema viário e residências;
- Em alguns trechos não há acessibilidade para serviços de limpeza e manutenção do ribeirão Capivari;
- Contratempos causados por inundações em áreas centrais da cidade de grande fluxo de pedestres e veículos, como interferência no trânsito e limpeza das áreas inundadas;
- Prejuízos pessoais e patrimoniais imensuráveis;
- Aspecto urbanístico e paisagístico insatisfatórios e desvalorização das áreas adjacentes;
- Serviços de manutenção periódicos de restauração de áreas degradadas por erosão e desassoreamento do canal.

13.4.2 Análise Ambiental

São impactos a considerar:

- Preservação da calha atual do ribeirão Capivari;
- Aumento da vulnerabilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica e de morte;



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Risco de poluição e contaminação do ribeirão Capivari em caso de vazamento ou rompimento do coletor da rede de esgotamento sanitário existente;
- Erosão das margens;
- Poluição de áreas adjacentes;

13.4.3 Análise Econômica

O custo total da **Alternativa 3** é de **R\$ 53.074.005,42**, caso seja feita a indenização por inundações. Portanto, seu custo corresponde a 33% do valor da Alternativa 1 e 86% do valor da Alternativa 2. Assim constata-se ser a Alternativa 3 economicamente viável em relação à Alternativa 1.

13.5 Comparação e seleção de alternativa

Os custos totais das Alternativas propostas são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Custos das Alternativas propostas

Item	Custo (R\$)		
	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Construção	36.359.915,04	36.359.915,04	0,00
Manutenção	230.944,85	230.944,85	569.719,95
Desapropriação	125.996.417,76	25.035.531,06	0,00
Indenização	0,00	0,00	52.504.285,47
Total	162.587.277,65	61.626.390,94	53.074.005,42

Segundo as análises dos aspectos técnico, ambiental e econômico apresentadas nos itens anteriores, foi elaborada a Matriz de Análise Qualitativa das Alternativas que permite a sua mensuração. Os aspectos *Favorável*, *Indiferente* e *Desfavorável* foram correlacionados com as cores verde, amarela e vermelha, respectivamente. Considera-se *Favorável* quando o impacto é **Positivo**, *Desfavorável* quando o impacto é **Negativo** e *Indiferente* quando não se produz nenhum impacto. A Tabela 21 apresenta a matriz em questão.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Tabela 21 - Matriz de Análise Qualitativa das Alternativas

10,5	Alternativa técnica		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Eliminação de problemas de inundação			
Transferência de cheias à jusante			
Desapropriação de áreas para implantação das obras			
Relocação de coletor da rede de esgotamento sanitário			
Interferência com o sistema viário, passeio e pontes existentes			
Desafogamento da rede de microdrenagem no ponto de lançamento no ribeirão Capivari			
Risco de contaminação das águas por vazamento ou rompimento do coletor da rede de esgotamento sanitário			
Acessibilidade para limpeza e manutenção do ribeirão Capivari			
Melhorias no aspecto paisagístico e urbanístico associado às obras e valorização das áreas adjacentes			
Prejuízos pessoais e patrimoniais e risco de acidentes e mortes por inundação			
Contratempos causados por inundações, como interferência no trânsito e limpeza de áreas inundadas			
Preservação da calha do ribeirão Capivari			
Preservação e/ou restauração da APP do ribeirão Capivari			
Interferência das obras em APP's			
Produção de sedimentos durante as obras			
Erosão das margens, colapso do solo e impacto no sistema viário			
Redução da vulnerabilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica			
Redução da poluição das áreas inundadas			
Custo de construção			
Custo de manutenção			
Indenização de áreas inundadas			
Favorável	13	11	7
Indiferente	0	4	4
Desfavorável	8	6	10

A análise qualitativa das alternativas indica que a Alternativa 1 é a mais favorável, porém, com o maior custo de implantação. A Alternativa 2, por sua vez,



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



possui o menor número de itens Desfavoráveis, com custo de implantação 13% maior que a Alternativa 1.

A seleção de alternativas, considerando-se Aspectos Técnicos, Ambientais, Sociais e Econômicos, indica a **Alternativa 2** como a mais viável. Portanto, recomenda-se a **Alternativa 2** para solucionar os problemas de Drenagem do ribeirão Capivari em curto prazo. Para horizonte de plano (20 anos), recomenda-se que sejam direcionadas ações para implantação da **Alternativa 1**.

Ao solucionar os problemas de inundação de Campos do Jordão, o município evita os custos apontados na Alternativa 3. O custo de **R\$ 61.626.390,94** para implantação das obras descritas na Alternativa 2 elimina o prejuízo de **R\$ 53.074.005,42**, no caso de vir a ocorrer uma chuva com Tr de 100 anos, além de danos imensuráveis já apresentados. O município se beneficia ainda com a possibilidade de criação de áreas verdes e de lazer.



14. Legislação ambiental aplicável

Segundo a Resolução CONAMA 237/97, o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Uma vez escolhidas as intervenções a serem implementadas, deve-se partir para seu detalhamento técnico através de Projetos Básicos de Engenharia e, concomitantemente, para a elaboração dos estudos e organização da documentação que instruirá a solicitação do licenciamento ambiental das obras junto aos órgãos competentes.

No âmbito federal, a Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1988 dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras de saneamento.

No estado de São Paulo *obras hidráulicas, que correspondem à canalização, retificação ou barramento de curso d'água para controle de cheias*, são passíveis de licenciamento ambiental simplificado junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

Instruções para o licenciamento ambiental deste tipo de obras e intervenções são encontradas no *site* da CETESB. Neste endereço eletrônico, a CETESB apresenta a lista de atividades / empreendimentos e seus respectivos roteiros, cujos processos de licenciamento ambiental podem ser instruídos com um Estudo Ambiental Simplificado – (EAS). O site disponibiliza um formulário para fins de envio de informações e indicação da documentação complementar necessária.

Deverão ser entregues tantos formulários quantas forem as intervenções adotadas pela municipalidade, pois cada formulário presta-se a apenas uma intervenção.

Esclarece-se que algumas das informações requeridas no roteiro, tais como “*profundidade do lençol freático*” na área de implantação do empreendimento, “*indicação da localização de áreas de bota-fora, empréstimo, canteiro de obras*”, entre



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



outras, são dados que constam de Projetos Básicos de Engenharia. Considerando que o Plano Municipal de Drenagem corresponde, de certa forma, a um *Estudo de Concepção*, este não apresenta no escopo de suas responsabilidades o dimensionamento das intervenções em nível de Projeto Básico. Assim, a elaboração do EAS deverá ser empreendida pelo município em concomitância com a elaboração de Projeto Básico de Engenharia.

Ainda, para instruir a solicitação da Licença Prévia, que deverá ser solicitada com base nas informações que constarem do Projeto Básico, deverá ser apresentada à CETESB, no ato da protocolização do EAS, o protocolo do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), comprovando que foi apresentado a esta entidade um diagnóstico arqueológico abrangendo os locais onde estão previstas as intervenções.

Assim, no primeiro momento do processo de licenciamento ambiental das obras propostas, o estudo que vai instruir a análise do órgão ambiental para a emissão da Licença Prévia (LP) das intervenções preconizadas é o Estudo Ambiental Simplificado - EAS ao invés de um RAP ou de um EIA/RIMA.

Dentre as intervenções propostas neste estudo na forma de alternativas tecnicamente eficientes, só aquelas efetivamente escolhidas pelo município para serem implantadas deverão ser descritas ao órgão licenciador.

Considerando que o PMD de Campos do Jordão indica intervenções como *barramento, canalização e adequação de travessias*, que são tratadas pela legislação vigente como interferências que alteram o regime das águas superficiais, sua implantação dependerá de manifestação prévia do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE do Estado de São Paulo, por meio de autorização.

Esclarece-se que na Norma aprovada pela Portaria DAEE nº 717 de 12/12/96 são adotadas as seguintes definições:

- **Barramento** é “todo maciço cujo eixo principal esteja num plano que intercepte um curso d’água e respectivos terrenos marginais, alterando suas condições de escoamento natural, formando reservatório de água a montante, o qual tem finalidade única ou múltipla”.
- **Canalização** é “toda obra ou serviço que tenha por objetivo dotar cursos d’água ou trechos destes, de seção transversal com forma geométrica



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



definida, com ou sem revestimento de qualquer espécie, nas margens ou no fundo”.

- **Reservatório:** todo volume disponível para reservação de água a partir da seção imediatamente a montante de um barramento. Tal volume constitui-se de área superficial com respectivas alturas, podendo ser descrito por curvas cota-volume e cota-área.
- **Travessia** é “toda construção cujo eixo principal esteja contido num plano que intercepte um curso d’água, lago e respectivos terrenos marginais, sem a formação de reservatório de água a montante, com o objetivo único de permitir a passagem de uma margem à outra”.

Segundo a norma mencionada, dever-se-á primeiramente requerer, para cada intervenção, a *Autorização de Implantação de Empreendimentos* (AIE) emitida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). No caso do presente estudo, isto vale para as indicações de barramentos e canalização. No entanto, para que se possa solicitar ao DAEE tal autorização, deverá ser apresentado um *Estudo de Viabilidade de Implantação* (EVI). Do EVI, por sua vez, deverão constar, se aplicáveis, os seguintes dados:

- Características típicas do empreendimento a ser implantado.
- Apresentação das demandas de água e sua evolução no tempo.
- Índices indicativos da demanda de água, tais como cotas de consumo de água (por habitante, por funcionário, por tonelada de produto, por hectare plantado, etc.).
- Caracterização das alternativas de abastecimento de água e de descarte de efluentes estudadas.
- Descrição e locação das obras necessárias, com base em estudos preliminares.
- Levantamento de dados hidrológicos para os estudos de disponibilidade hídrica dos mananciais a serem explorados.
- Estudos comparativos entre disponibilidade hídrica e demanda.
- Levantamento de dados de usuários de recursos hídricos que poderão estar sob influência do novo empreendimento (ou ampliação).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Descrição da utilização da água (períodos de utilização, função da água, destino final da água, etc.).
- Descrição de possíveis interferências com outros usuários devido às derivações de recursos hídricos a serem implantadas.
- Possibilidades de sistemas alternativos de utilização da água, com seus reflexos na captação, para situações de emergências, ou para períodos de estiagem.
- Cronogramas físicos de implantação do empreendimento e das derivações de recursos hídricos necessárias.

Analisando-se esta demanda de informações percebe-se, mais uma vez, que a atual fase do planejamento não dispõe de dados suficientes para a formalização do processo de licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes (CETESB e DAEE).

Assim, para que se possa dar entrada nestes órgãos com os respectivos pedidos de licenciamento ambiental e de outorga de direito de uso de recursos hídricos dever-se-á empreender a contratação dos estudos arqueológicos preliminares e do Estudo de Viabilidade de Implantação - EVI, bem como apresentar dados diversos que são próprios dos Projetos Básicos de Engenharia, os quais deverão ser elaborados para cada intervenção preconizada.

Para a obtenção da autorização de implantação de obras hidráulicas deverá o interessado apresentar a documentação requerida na Norma anexa à Portaria 717/96 ao setor de protocolo do DAEE na sede da diretoria correspondente à bacia hidrográfica onde se pretenda implantar as obras. No caso das obras previstas no Plano Municipal de Drenagem de Campos do Jordão o protocolo da solicitação de Autorização de Implantação de Empreendimento (AIE) deverá ser efetuado junto à:

Diretoria de Bacia do Paraíba e Litoral Norte – BPB:

Praça Santa Luzia, 25 CEP 12010-510, Taubaté-SP, Telefone: (0xx12) 3632-9133 / 3632-9554, Fax (0xx12) 3633-7116, email: bpb@daee.sp.gov.br / psm@sigrh.sp.gov.br.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Para mais informações ou solicitação de orientações técnicas, deve-se entrar em contato com as unidades de serviços e escritórios de apoio. Segue o endereço da unidade de Campos do Jordão:

Unidade de Serviços e Obras / Escritório de Apoio Técnico:

Campos do Jordão: BPB - Escritório de Apoio Técnico de Campos do Jordão -
Rua Manoel Pereira Alves, 250 – Albernéssia / Telefone: (012) 3664.3229.



15. Definição das áreas de influência das intervenções

São classificados como áreas de influência os diferentes espaços geográficos onde serão sentidos os impactos negativos ou positivos, diretos ou indiretos das intervenções propostas no Plano Municipal de Drenagem. Assim, foram definidas as seguintes categorias de áreas de influência:

- **Área Diretamente Afetada (ADA).**
- **Área de Influência Direta (AID).**
- **Área de Influência Indireta (AII).**

ADA: esta categoria delimitará a abrangência dos impactos nos entornos imediatos dos locais de inserção das obras. Nesse caso, cada intervenção dita *estrutural* terá sua ADA correspondente. Assim, será considerada como Área Diretamente Afetada pela implantação das obras os espaços geográficos modificados pelas atividades de construção das mesmas, considerando seus entornos imediatos, canteiros de obra, áreas de jazidas e locais de bota-fora (se houver). Os mapas esquemáticos de localização das intervenções apresentados nos Anexos de 3 a 14 apresentam a delimitação das respectivas Áreas Diretamente Afetadas (ADAs) das obras previstas.

AID: os impactos que definirão as áreas de influência direta abrangem espaços mais extensos, extrapolando as ADAs, alcançando extensões maiores das circunvizinhanças como loteamentos em sua extensão total ou em parte deles, bairros inteiros ou parte deles.

Dentre os principais impactos positivos das obras de regularização de travessias e de galerias previstas pelo PMD, o controle de enchentes corresponde a um impacto que abrange as chamadas *áreas de influência direta* (AID) uma vez que a essas intervenções vêm para prevenir inundações nas imediações das seções que não conseguem escoar vazões de chuvas com período de retorno (T_r) de 50 a 100 anos.

Para as obras de canalização do ribeirão Capivari e construção de reservatórios de Detenção, a área de influência direta corresponde a um espaço geográfico maior, alcançando toda a bacia hidrográfica a jusante das obras.

AII: esta categoria compreende a área que poderá ser afetada de forma indireta pelas obras. Considerou-se, nesta análise, como AII toda a extensão do território



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



municipal mais as áreas fora dele que estão inseridas na bacia hidrográfica do ribeirão Capivari.

Os impactos a incidirem sobre os meios naturais ou antrópicos do ambiente foram considerados em dois diferentes momentos, quais sejam: a fase de construção e a fase de operação ou funcionamento das obras.

Na fase de construção os impactos atingem, preponderantemente, os locais das obras e seus entornos imediatos (ADA). Já na fase de funcionamento os impactos passam a ser sentidos nas Áreas de Influência Direta (AID) e na área de Influência Indireta (AI).



16. Avaliação de Impactos ambientais

Ainda que seja anterior à fase de Projeto Básico, o presente plano ou estudo de concepção já tem condições de indicar alguns impactos potenciais decorrentes das intervenções propostas.

Neste primeiro momento, foram indicados alguns impactos potenciais das intervenções previstas em duas etapas: a fase de construção e a de funcionamento.

➤ **Intervenção: pontes e galerias**

Fase de construção:

Sobre a área diretamente afetada (ADA):

- **Impactos sobre o meio antrópico (sociedade e infraestruturas):** geração potencial de diversas formas de poluição próprias do processo de construção de obras na área urbana: geração de ruídos, vibrações, poeiras, emissão de poluentes gasosos das máquinas e veículos pesados, escavações com risco de deflagração de processos erosivos, abertura de sítios com riscos potenciais de acidentes, desgastes de vias e acessos, interferências no sistema viário local com distúrbios sobre a mobilidade urbana, assédio de pessoas estranhas às ruas localizadas nas áreas de entorno das obras, entre outros.

Sobre a área de influência direta (AID):

- **Impactos sobre o meio natural: distúrbios sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs):** supressão de cobertura vegetal, exposição de solos, retirada de espécies isoladas, deflagração de processos erosivos, desestabilização de taludes, entre outros.
- Distúrbios sobre os cursos d'água: assoreamento dos leitos e aporte de poluentes como terra, combustíveis, resíduos sólidos, entre outros.

Fase de funcionamento ou operação de pontes e galerias:

Sobre a área de influência direta (AID):

- **Impactos sobre o meio antrópico (sociedade e infraestruturas):** maior segurança contra enchentes e inundações que causam impactos sobre as pessoas e equipamentos de infraestrutura urbana (ruas, calçadas, canalizações, edificações, etc.).



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



➤ Intervenção: canalização do trecho urbano do ribeirão Capivari

Fase de planejamento das obras:

- **Intervenção:** desapropriação, para utilidade pública, das áreas marginais ao canal, considerando as faixas de APPs (Áreas de Preservação Permanente).

Impactos sobre o meio antrópico (sociedade e infraestruturas):

- Pagamento por todas as propriedades desapropriadas, pela infraestrutura, equipamentos urbanos, edificações e outros dispositivos patrimoniais existentes na área de desapropriação.
- Pagamento por perdas potenciais dos desapropriados (ex.: pagamento para a recolocação de ligações prediais de água, esgotos e outros).

Fase de construção:

Sobre a área diretamente afetada (ADA)

- **Impactos sobre o meio antrópico (sociedade e infraestruturas):** geração potencial de diversas formas de poluição próprias do processo de construção de obras na área urbana: geração de ruídos, vibrações, poeiras, emissão de poluentes gasosos das máquinas e veículos pesados, escavações com risco de deflagração de processos erosivos, abertura de sítios com riscos potenciais de acidentes, desgastes de vias e acessos, interferências no sistema viário local com distúrbios sobre a mobilidade urbana, assédio de pessoas estranhas às ruas localizadas nas áreas de entorno das obras, entre outros.
- Deflagração de processos erosivos devido às escavações e movimentações de terra, carreamento de solo para o leito do curso d'água, entre outros.
- **Impactos sobre o meio natural:** distúrbios sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs): supressão de cobertura vegetal, exposição de solos, retirada de espécies isoladas, deflagração de processos erosivos, desestabilização de taludes, entre outros.

Sobre a área de influência direta (AID)

Fase de operação do canal:



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- **Impactos sobre o meio antrópico (sociedade e infraestruturas):** no caso de se optar pela construção do canal do trecho urbano do Capivari, segundo as dimensões preconizadas pela SHS, o principal impacto da obra será positivo, uma vez que responderá diretamente pela não ocorrência de enchentes e transbordamentos no trecho urbano deste ribeirão em épocas de chuva, nem tampouco nos seus afluentes diretos, de forma que a população e o patrimônio físico municipal estarão em segurança no que concerne a este risco.

Sobre a **área de influência indireta (AII)**

Fase de operação do canal:

- **Impactos sobre o meio natural:** com a construção do canal conforme o preconizado pelo PMD, as enchentes que atualmente ocorrem no trecho urbano de Campos do Jordão serão transferidas para sítios mais a jusante da cidade, em áreas rurais onde as águas não causem tantos estragos e prejuízos e não tragam riscos à população. Nestas áreas deve-se garantir, na APP, uma ocupação compatível com as prerrogativas legais do Código Florestal ou de outras leis mais restritivas.
- **Intervenção: construção de reservatórios de amortecimento de picos de cheias**

Sobre a **área diretamente afetada (ADA)**

Durante as obras:

- **Impactos sobre o meio antrópico:** distúrbios próprios da construção de obras civis: movimentação de veículos pesados; geração de ruídos; geração de poeiras e odores desagradáveis devido à emissão de gases de máquinas e equipamentos; assédio de pessoas estranhas aos bairros localizados nas áreas de entorno das obras; desgastes de vias e acessos, entre outros.
- **Impactos sobre o meio natural:** deflagração de processos erosivos devido às escavações e movimentações de terra, carreamento de solo para os leitos dos cursos d'água, desequilíbrios localizados sobre a drenagem de água pluviais, entre outros.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- **Impactos sobre os meios natural e antrópico:** dependendo da altura da saída de fundo do reservatório, a altura d'água do lago fica maior ou menor durante os períodos de cheia e estiagem, respectivamente. Nos períodos de seca pode chegar a ficar completamente vazio. Nos períodos de chuva, pode ocorrer a inundação de componentes patrimoniais antrópicos e ambientais. Se os reservatórios de retenção forem do tipo que enchem nas chuvas e esvaziam na estiagem, os componentes existentes nas áreas de inundação não ficarão submersos permanentemente. Tais componentes podem ser:
 - Parcelas de fragmentos de vegetação nativa, mormente das matas ciliares que compõem as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) dos cursos d'água barrados.
 - Fragmentos de áreas ocupadas com culturas agrícolas variadas.
 - Travessias/pontes e, portanto, acessos.
 - Casas e outras edificações (currais, estábulos, pátios pavimentados, barracões, estufas, etc.).
 - Áreas antropizadas não edificadas (pastos, mineração, etc.).

Depois do enchimento e/ou durante a operação dos reservatórios e dos trechos canalizados:

- **Impacto positivo nº 1:** controle de enchentes nos afluentes do ribeirão Capivari, córregos Abernéssia e Perdizes.
- **Impacto positivo nº 2:** com a construção dos reservatórios indicados neste estudo, a Prefeitura de Campos do Jordão pode manter o canal do ribeirão Capivari nas dimensões preconizadas no Projeto do Parque Linear, já elaborado, de forma que os cidadãos ganhem um espaço a mais de lazer na cidade e esta ganhe em aspectos urbanísticos e paisagísticos.
- **Impacto positivo nº 3:** os próprios reservatórios de retenção e suas áreas de entorno podem passar a configurar espaços de lazer que sejam atraentes para a contemplação e atividades de relaxamento como esportes náuticos, caminhadas, picnics, etc., caso os locais sejam dotados de dispositivos como gramados bem cuidados, bancos de praça,



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



mesinhas fixas com tabuleiros de jogos diversos, árvores com flores e/ou frutas, ciclovias, pequenos bosques, pistas de skate, circuitos ecológicos, etc. Neste caso, a prefeitura deve prever, através de um plano de ação, a introdução de procedimentos periódicos e sistematizados visando à manutenção da infraestrutura desses locais.

- Deverá ser providenciada a reposição dos equipamentos urbanos perdidos a partir da implantação dos reservatórios ou da canalização do ribeirão Capivari, como acessos, pontes e fragmentos de estradas, caminhamentos de fiação, de tubulação e ductos.
- Haverá a reconstituição de área dotada de maior índice de infiltração às margens do novo reservatório.

Deverá ser providenciada a plantação de cobertura vegetal nativa em áreas a serem indicadas pelo Órgão Ambiental, a título de compensação ambiental pelas intervenções em APP e pela supressão de árvores nativas que se fizerem necessárias para a implantação das intervenções visando ao controle de enchentes no município de Campos do Jordão.

Os impactos potenciais das intervenções propostas no presente PMD, que neste primeiro momento foram apontados sem detalhamentos técnicos, deverão ser mais precisamente detalhados por ocasião dos levantamentos preliminares, serviços de topografia e Projetos Básicos de Engenharia.

A matriz de avaliação de impactos ambientais apresentada no Anexo 36 permitiu uma primeira análise dos impactos das intervenções previstas no Plano Municipal de Drenagem (PMD) de Campos do Jordão sobre os meios antrópico e natural. Avaliações ambientais mais detalhadas serão feitas por ocasião do licenciamento ambiental das obras, que deverá ser instruído com dados mais precisos fornecidos pelos levantamentos preliminares de campo e pelos respectivos Projetos Básicos de Engenharia.

Para cada intervenção foram indicados alguns impactos que recairiam sobre componentes do ambiente natural (solos, ar, qualidade das águas, margens e leito dos cursos d'água, lençol freático, etc.) e componentes do ambiente antrópico ou artificial (ruas, calçadas, casas e outras edificações, pontes, tubos, etc.). Os impactos foram analisados segundo os seguintes parâmetros:



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



- Caráter (C).
- Magnitude (M).
- Ordem do Impacto (OI).
- Abrangência (A).
- Duração (Du).
- Condição de Reversibilidade (CR).
- Potencial Associativo do Impacto (P.A.I.).
- Condição de Detecção (CD).
- Potencial de alteração do custo da obra.

Os significados de cada um desses parâmetros e de suas graduações são apresentados no Quadro 8.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Quadro 8 – Definição dos parâmetros de avaliação dos impactos ambientais passíveis de ocorrerem

Caráter (C)	Positivo ou Benéfico (+ 1): diz-se do efeito que incide no sentido de preservar os recursos naturais. / Negativo ou Adverso (- 1): diz-se do efeito que diminui a estabilidade do componente ambiental considerado.
Magnitude (Mg)	Refere-se ao grau de criticidade da alteração (impacto) passível de ocorrer sobre o componente ambiental (ar, solo, água, sociedade, etc.). A magnitude de um impacto pode ser: leve (Mg = 1): quando este exige/permite do componente ambiental sobre o qual incide, uma resposta simples, não alterando a interação original entre este e os demais componentes ambientais da área. / Mediana (Mg= 2): quando o impacto exige/permite do componente ambiental sobre o qual incide, uma resposta que altera a natureza de sua interação com os outros componentes do meio ambiente, sem contudo descaracterizá-la. / Alta (Mg = 3): quando o impacto altera fortemente a interação original entre os componentes ambientais da área.
Ordem do Impacto (OI)	São Diretos (D = 1) os impactos que ocorrem devido a uma ação do empreendedor; ou Indiretos (I = 2) os impactos que ocorrem a partir dos impactos diretos detectados; e são Difusos (Di = 3) os impactos decorrentes dos impactos indiretos, ou seja, são efeitos potenciais indiretos sobre os quais o empreendedor não consegue exercer um controle preciso.
Abrangência (A)	ADA = (1 ponto): quando o impacto incide apenas sobre componentes antrópicos ou naturais presentes na área diretamente afetada, neste caso na rua onde está sendo construída a obra. / AID = (2 pontos): quando o impacto incide numa área maior, alcançando várias ruas do bairro, cruzamentos importantes, etc. ou quando os impactos incidem sobre componentes ambientais presentes além das fronteiras da área de influência diretamente afetada pela construção das obras. / AI (3 pontos): quando o impacto incide sobre componentes ambientais presentes além das fronteiras da área de influência direta do empreendimento como a bacia hidrográfica ou sobre todo o município, considerando seus limites administrativos ou ainda quando o impacto incide sobre componentes ambientais "sem fronteiras", podendo chegar até a abrangência global propriamente dita (emissões gasosas, por exemplo).
Duração (Du)	Diz-se do período de tempo ou prazo em que o componente ambiental manter-se-á alterado por determinada intervenção. Pode ser: por um curto prazo (Du=1), de 1 a 3 meses de duração ou durante a construção da obra; Por prazo médio (Du=2), de 4 a 10 meses de duração ou período até duas vezes maior que o de duração da obra; Ou por prazo longo (Du=3), quando o componente ambiental fica alterado por mais de 2 anos ou por um prazo maior que duas vezes o período de construção da obra.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



Condição de Reversibilidade ou Plasticidade do Impacto (CR)	A Condição de Reversibilidade pode ser: Reversível ($R = 1$), quando o impacto negativo ou positivo desaparece ou é potencializado através da implementação de medidas mitigadoras simples que dependam apenas do sujeito causador do impacto; Crítica ($R = 2$), quando um efeito negativo ou positivo pode ser eliminado ou potencializado com a implementação de medidas que não dependam apenas do sujeito causador do impacto; e Irreversível ($R = 3$), quando nem mesmo medidas mitigadoras complexas conseguem interromper o impacto sobre o meio ambiente, ou quando um efeito positivo apresenta implicações benéficas sobre o meio ambiente, mesmo sem o empreendimento de esforços por parte do empreendedor.
Potencial Associativo do Impacto (P.A.I.)	Diz-se da propriedade segundo a qual um impacto naturalmente associa-se a algumas condições ambientais gerando novos impactos. Um impacto pode apresentar: Potencial associativo baixo ($PAI_{baixo}=1$), quando a alteração ambiental não muda ou muda muito pouco, permanecendo isolada, recaindo apenas sobre um componente ambiental; Potencial associativo médio ($PAI_{medio}=2$), quando o impacto que alterava apenas um componente ambiental passa a recair sobre outro, alterando-o também. Potencial associativo alto ou impacto cumulativo ou ainda impacto sinérgico ($PAI_{alto}=3$): diz-se que um impacto é cumulativo quando passa a alterar algum componente ou processo ambiental de maneira sistêmica ou crescente no tempo e no espaço. Um impacto ambiental é sinérgico quando altera um componente ou processo ambiental de forma qualitativa, ou seja, modificando sua função no meio ambiente.
Condição de Detecção (CD)	Fácil ($CD= 1$): caso ocorra o impacto, positivo ou negativo, é praticamente certo que este seja detectado através de simples observações efetuadas periodicamente sobre os componentes ambientais afetados; Moderada ($CD = 2$): caso ocorra o impacto, é provável que este seja detectado através de medições simples sobre os recursos ambientais disponíveis no empreendimento; Difícil ($CD = 3$): caso ocorra o impacto, este só será detectado através da implementação de monitoramento sistemático sobre os recursos ambientais potencialmente atingidos.
Potencial de alteração do custo da obra	As intervenções do empreendedor representam custos sobre o valor total do empreendimento total, podendo variar da seguinte forma: Custo Baixo ($C=1$), quando correspondem a até 10% do valor total do empreendimento; Custo Médio ($C=2$), intervenções cujo valor varia de 11 a 30% do total da obra; e Custo Alto ($C=3$), intervenções cujos valores sejam maiores que 30% do valor total da obra.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



A partir das avaliações dos efeitos das intervenções previstas no PMD de Campos do Jordão chegou-se ao número de 46 impactos ambientais recaindo sobre componentes dos meios artificial ou antrópico e natural. Desses, 19 impactos foram considerados positivos e 27 negativos. Avaliou-se que os impactos positivos dar-se-ão predominantemente nas fases de planejamento das intervenções - devido aos estudos e levantamentos preliminares de campo, que servem para planejar o momento de construção de cada intervenção de forma a diminuir seus efeitos negativos sobre a sociedade e o meio natural, e na fase de funcionamento das obras, devido ao significativo grau de eficiência das obras na efetiva prevenção de enchentes e inundações na cidade.

Dos 46 impactos levantados, 30 foram considerados de baixa importância, principalmente porque a magnitude (M) e a abrangência (A) dos mesmos serão percebidas apenas durante (Du) a fase de construção das intervenções, cessando quando terminadas as obras (boa condição de reversibilidade).

Foram 13 os impactos de importância moderada, preponderantemente aqueles passíveis de recaírem sobre os componentes do meio natural ainda existentes nas áreas de preservação permanente (APPs) localizadas às margens dos cursos d'água e sobre os leitos dos cursos d'água que sofrerão processos de assoreamento.

Foram 3 os impactos considerados de alta importância. Um dos impactos negativos assim avaliados foi o da construção da galeria e pavimentação da Rua Cedro devido ao custo da obra. No caso dos problemas da Rua Cedro, se a alternativa escolhida for a de número 2, que prevê a construção de cerca de 470 metros de galeria de águas pluviais e pavimentação da Rua Cedro pelo custo aproximado de 1 milhão e meio de reais, a obra terá de fato um impacto significativo. Entretanto, caso a alternativa escolhida seja a de número 1, que prevê apenas a construção de canaleta de drenagem e a regularização da via e não sua pavimentação, pelo custo aproximado de 450 mil reais, então esta intervenção incorrerá apenas em impactos de baixa importância.

O outro impacto considerado de importância alta foi a desapropriação de uma área de cerca de 100 mil metros quadrados devido à canalização do ribeirão Capivari, incluindo a faixa de servidão e área de preservação permanente que possibilitarão a formação de um parque linear. No entanto, esta intervenção também apresenta uma



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



alternativa, que prevê a desapropriação de uma área de extensão da ordem de 20 mil metros quadrados, o que também resultaria em impactos, porém de menor importância na escala de avaliação utilizada.

O terceiro impacto de alta importância foi positivo e referiu-se à fase de funcionamento dos reservatórios de retenção de águas de chuva da Vila Inglesa e de Itatinga previstos no PMD, uma vez que estes serão eficientes no amortecimento de picos de cheias e, portanto, na prevenção de enchentes no centro da cidade, nos bairros Vila Mantiqueira e Vila Thelma e ainda passarão a compor o aspecto panorâmico da cidade e representarão espaços alternativos de lazer para a população.

Os impactos positivos de importância moderada referem-se aos efeitos dos estudos preliminares das obras e levantamentos primários de informações, uma vez que estes procedimentos representam um planejamento bastante eficiente na mitigação preventiva de impactos, tanto sobre componentes do meio antrópico como do meio natural.

Os impactos positivos considerados de importância moderada também se referem à fase de funcionamento das obras previstas, todas consideradas eficientes no controle de enchentes e diminuição de eventos de inundação em pontos específicos da cidade, em períodos de cheias, resultando na preservação de diversos equipamentos públicos e privados de infraestrutura e de recursos naturais.

Os impactos positivos considerados de baixa importância correspondem aos efeitos dos levantamentos preliminares (estudos de alternativas, levantamentos topográficos e geotécnicos) sobre componentes da sociedade e do meio natural. Embora estes estudos e levantamentos sejam muito importantes para a prevenção de impactos, os efeitos adversos dessas intervenções propriamente ditas sobre o meio ambiente são insignificantes.

De uma maneira geral, houve uma concentração de impactos positivos na fase de funcionamento das intervenções previstas exatamente por elas trazerem a mitigação que a cidade precisa para os impactos resultantes das inadequações atualmente existentes no sistema de drenagem urbana do município.

O presente estudo conclui, portanto, pela viabilidade ambiental das obras previstas no Plano Municipal de Macrodrenagem (PMD) de Campos do Jordão, principalmente quando se considera que os impactos negativos delas decorrentes, que,



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



embora em maior número, tendem a desaparecer quando as obras estiverem concluídas, remanescendo apenas os efeitos positivos resultantes da adequação do sistema de drenagem urbana do município.



17. Referências

AECJ. Associação do Engenheiros e Arquitetos de Campos do Jordão. **Apresenta cartas de uso e ocupação do solo.** Disponível em <http://www.aecj.com.br/conteudo/?a=3&id=7>. Acesso em Agosto de 2015.

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

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

BAPTISTA, M. B.; LARA, M. M. **Fundamentos da Engenharia Hidráulica.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 435p

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BARBASSA, A. P. **Simulação do Efeito da Urbanização sobre a Drenagem Pluvial da Cidade de São Carlos.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

BRASIL. **Estatuto da cidade: Lei nº 10.257 de julho de 2001.** Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades (MC). **Programa drenagem urbana sustentável: manual para apresentação de propostas.** 2006, 23p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diretrizes para elaboração de projetos de Engenharia. Fonte de Recursos: Financiamento.** 2010. 93p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa Drenagem Urbana Sustentável. **Manual para apresentação de propostas.** 2012a. 26p.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de Outubro de 2012.** Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. 2012b.

CAMPOS DO JORDÃO. **Lei Municipal nº 3.049 de 02 de maio de 2007** - dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município de Campos do Jordão, 2007.

CAMPOS DO JORDÃO. **Lei Municipal nº 2.737 de 02 de maio de 2007** - dispõe sobre aprovação do PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO DE CAMPOS DO JORDÃO.

CAMPOS NETO, M.C., (1991) **A porção ocidental da Faixa Alto Rio Grande: ensaio de evolução tectônica.** Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 210 p.

CAMPOS NETO, M.C., (2000) **Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano** - PanAfrican Cycle and Orogenic Collage in Southeastern. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (eds.), Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, 31º International Geological Congress, 335-365.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de textos, 2005, 302p.

CBH-SM. Comitê de bacias hidrográficas da Serra da Mantiqueira. **Plano de Bacia UGRHI 1 – Serra da Mantiqueira.** São Paulo. 2009. 257p.

CETESB, http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/aia_1.asp.

CETESB. Relatório de qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2016.

CHOW, V. T. Runnof. In _____ **Handbook of applied hydrology: a compendium of water-resources technology.** MacGraw-Hill, 1964.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



CLIMATE-DATA, 2016. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/32625/>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 005 de 1993. **Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997. - **estabelece** a atualização e revisão do procedimento do licenciamento ambiental, **bem como das definições, prazos entre outros.**

CPRM. Serviço Geológico do Brasil, 2008. **Geodiversidade do Brasil**. Rio de Janeiro, Brasil.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e a Geomorfologia do município de Campos do Jordão**. Disponível em <http://geobank.cprm.gov.br>. Acesso em Dezembro de 2015.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Dados dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br/usuarios/usuariosrec/>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

FORD, D.; PINGEL, N.; DEVRIES, J. J. **Hydrologic modeling system HEC-HMS. Applications Guide**. U.S. Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center, 2008.

HENDERSON, F. M. **Open channel flow**. New York: Macmillan publishing, 1966. 522p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Apresenta cartas e mapas pedológicos**. Disponível em <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em Agosto de 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Cartas e mapas pedológicos**. Disponível em <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em Agosto de 2015.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



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

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

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal de mapas do IBGE. 2010/2013.** Disponível em: <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa201739>.

IG e CEDEC. Instituto Geológico e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Mapeamento e risco associados a escorregamentos, inundações, erosão e solapamento de margens de drenagens do município de Campos do Jordão - SP.** São Paulo, 2014.

INSTITUTO FLORESTAL, 2010. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?title=Invent%C3%A1rio+Florestal+2010&uuid=%7BE87A9759-E639-457A-B56D-19B8B5E17E37%7D&layer=InventarioFlorestal2010&resource=wms%3Ahttp%3A%2F%2Fdatageo.ambiente.sp.gov.br%2Fgeoserver%2Fdatageowms%2Fows%3FSERVICE%3DWMS%26#>. Acesso em Setembro de 2016.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Acidentes associados a movimentos gravitacionais de massa ocorridos no município de Campos do Jordão, SP, em janeiro do ano de 2000: ações técnicas após o desastre.** São Paulo, 2002.

JULIANI, C., 1990. Proterozoic storm-dominated sedimentation in the Pico do Itapeva formation (São Paulo state, Brazil) **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 62, n.1, p. 105, Instituto de Geociências.



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



LEON, A. **Tutorial on using HEC-GeoRAS 10.1 with ArcGIS 10.1 and HEC- RAS 4.1.0 for flood inundation mapping in Steady and Unsteady Flow Conditions.** Oregon State University. School of Civil and Construction Engineering. 2013.

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

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa, 1999.

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.

PNUD, IPEA e FJP, 2013. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.** Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/campos-do-jordao_sp.

PRINCE GEORGE'S COUNTRY. **Low-Impact development design strategies: an integrated design approach.** Prince George's: Department of Environmental Resource. Programs and Planning Division, 1999. 150p.

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.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos Brasileiros para a estimativa de chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 05 - 18, 2005.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade / ABRH, 2002. 943p.

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



Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão



URBONAS, B.; STAHERE, D. **Stormwater: Best management practices and detention for water quality, drainage and CSO management**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 449p.

USACE. U.S. Army Corps of Engineers. **HEC-RAS River Analysis System. Application Guide**. Version 4.1. 2010a.

USACE. U.S. Army Corps of Engineers. **HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual**. Version 4.1. 2010b.

USACE. U.S. Army Corps of Engineers. **HEC-RAS River Analysis System. User's Manual**. Version 4.1. 2010c.

USACE. U.S. Army Corps of Engineers. **HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS. User's Manual**. Version 4.1. 2011.

WEBARTIGOS <http://www.webartigos.com/artigos/tuneis-impactos-ao-meio-fisico-em-drenagens-durante-a-escavacao/23939/#ixzz4LUEycCRq>.



18. Anexos

- Anexo 1 – Bacias hidrográficas e seções de estudo do ribeirão Capivari**
- Anexo 2 – Diagrama unifilar**
- Anexo 3 – Mapa de uso do solo – Cenário Atual**
- Anexo 4 – Mapa de uso do solo – Cenário Tendencial**
- Anexo 5 – Localização de pontes e pontos críticos**
- Anexo 6 – Mapa de inundação – Cenário Atual**
- Anexo 7 – Mapa de inundação – Cenário Tendencial (Futuro)**
- Anexo 8 – Mapa de inundação – Cenário Alternativo (Proposto)**
- Anexo 9 – Localização das obras propostas**
- Anexo 10 – Anteprojeto da Travessia da Av. Tassaburo Yamaguchi - Ponte 1**
- Anexo 11 – Anteprojeto da Ponte da rua Maurílio Comoglio - Ponte 16**
- Anexo 12 – Anteprojeto da Ponte da rua Francisco C. Oliveira - Ponte 19**
- Anexo 13 – Anteprojeto da Ponte da Av. Engenheiro Prudente de Moraes - Ponte 33**
- Anexo 14 – Anteprojeto da Ponte da Rua 1 - Ponte 40**
- Anexo 15 – Anteprojeto da Travessia da Av. Emilio Lang Junior - Ponte 45**
- Anexo 16 – Anteprojeto da Galeria de água pluviais -Pontos 6 e 7**
- Anexo 17 – Anteprojeto da Canalização do ribeirão Capivari – ALTERNATIVA 1**
- Anexo 18 – Anteprojeto da Canalização do ribeirão Capivari – ALTERNATIVA 2**
- Anexo 19 – Anteprojeto do Ribeirão Abernécia - Bairro Monte Carlo**
- Anexo 20 – Anteprojeto do Reservatório Itatinga**
- Anexo 21 – Anteprojeto do Reservatório Vila Inglesa**
- Anexo 22 – Anteprojeto do Sistema de drenagem da rua Cedro**
- Anexo 23 – Anteprojeto da Sistema de contenção de encostas**
- Anexo 24 – Orçamento da Travessia da Av. Tassaburo Yamaguchi - Ponte 1**
- Anexo 25 – Orçamento da Ponte da rua Maurílio Comoglio - Ponte 16**
- Anexo 26 – Orçamento da Ponte da rua Francisco C. Oliveira - Ponte 19**
- Anexo 27 – Orçamento da Ponte da Av. Engenheiro Prudente de Moraes - Ponte 33**
- Anexo 28 – Orçamento da Ponte da Rua 1 - Ponte 40**
- Anexo 29 – Orçamento da Travessia da Av. Emilio Lang Junior - Ponte 45**
- Anexo 30 – Orçamento da Galeria de água pluviais -Pontos 6 e 7**
- Anexo 31 – Orçamento da Canalização do ribeirão Capivari**
- Anexo 32 – Orçamento do Ribeirão Abernécia - Bairro Monte Carlo**
- Anexo 33 – Orçamento do Reservatório Itatinga**
- Anexo 34 – Orçamento do Reservatório Vila Inglesa**
- Anexo 35 – Orçamento do Sistema de drenagem da rua Cedro**
- Anexo 36 – Matriz de Impacto das Obras de Drenagem**