

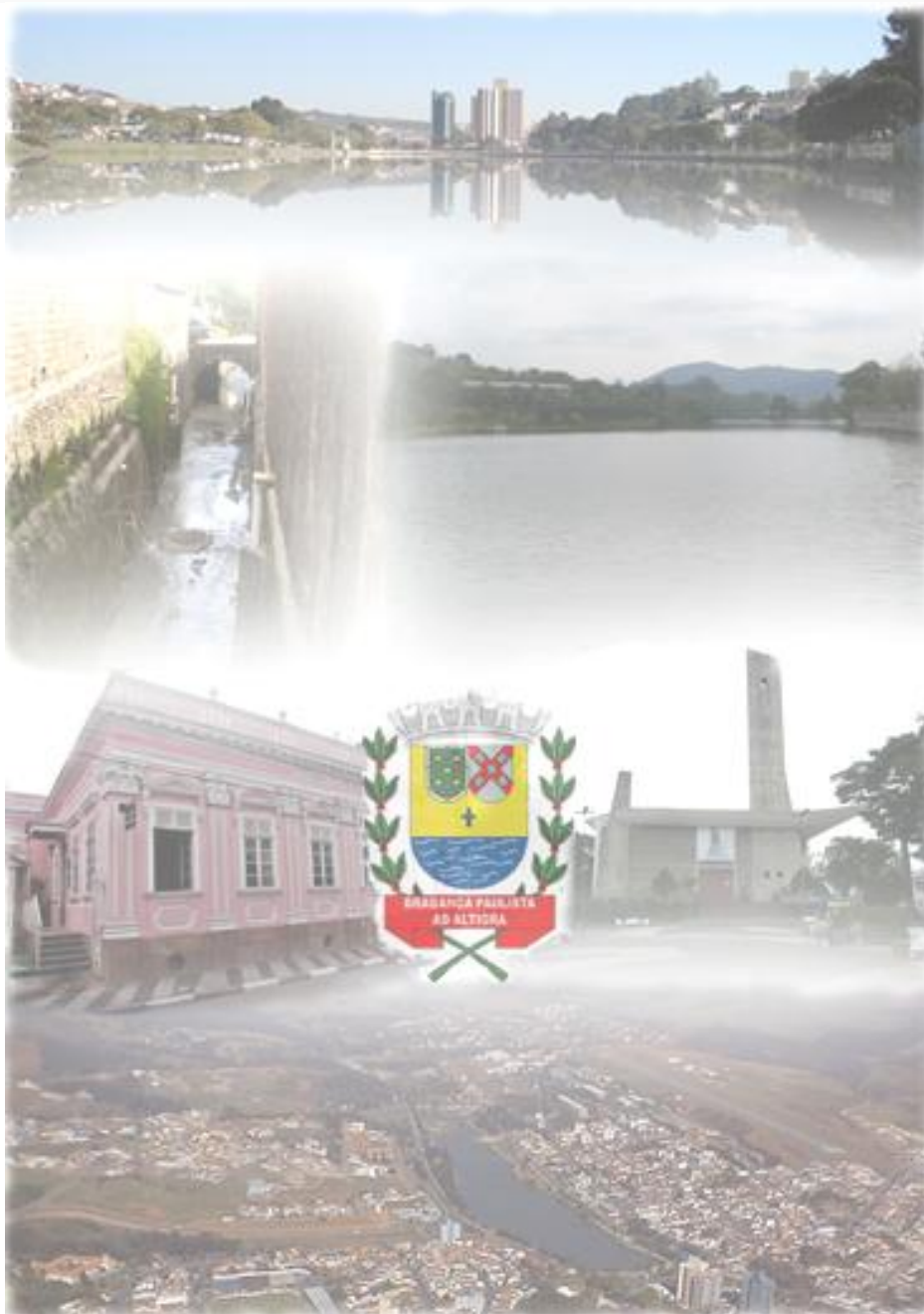


PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

CONTRATANTE

MEDIDAS ESTRUTURAIS (PROJETO BÁSICO); MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS E ANÁLISE CUSTO- BENEFÍCIO

RELATÓRIO IV



Sanetal
ENGENHARIA & CONSULTORIA

CONSULTORA
CÓD DO PROJETO / DEPTO

AGOSTO DE 2012

Pj_010-2011/ DRENAGEM URBANA

**ÍNDICE ANALÍTICO**

ÍNDICE ANALÍTICO	2
ÍNDICE DE TABELAS	4
1 GENERALIDADES	7
1.1 PROJETO	7
1.2 LOCALIZAÇÃO	7
1.3 ESTUDOS E PROJETOS DESENVOLVIDOS	7
1.4 METODOLOGIA UTILIZADA	7
1.5 CÓDIGO PROJETO	7
2 CONSULTOR	8
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
4 PROJETO BÁSICO DOS CANAIS	10
4.1 ALTERNATIVAS LEVANTADAS	10
4.1.1 MODIFICAÇÕES NOS CANAIS EXISTENTES	12
4.1.2 MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE CANAIS EXISTENTES	14
4.1.3 RESERVATÓRIOS DE RETENÇÃO	17
4.1.4 DISSIPADOR DE ENERGIA	21
4.2 CONSIDERAÇÃO E DIRETRIZES	23
4.2.1 DEMAIS MEDIDAS ESTRUTURAIS PROPOSTAS	23
5 MEMORIAL DE CÁLCULO	28
5.1 MÉTODOS	28
5.2 LIMITE DE JUSANTE DO PROJETO	31
5.3 VAZÕES DE PROJETO	31
5.4 COEFICIENTES DE RUGOSIDADE DE MANNING	32
5.5 RESULTADOS DO ESTUDO HIDRÁULICO	32
5.5.1 CENÁRIOS 1 E 2	32
5.5.2 CENÁRIO 3	33
5.5.3 CENÁRIO 4	33
5.5.4 CENÁRIO 5	52
6 ÁREA DE INFLUÊNCIA	56
7 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	59
7.1 DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS	59
7.2 ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO	62



7.3	LEGISLAÇÃO DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	63
7.4	PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÃO	66
7.5	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA	68
7.6	PROJETOS DE RENATURALIZAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA	69
7.6.1	PLANTIO DE VEGETAÇÃO E TÉCNICAS ASSOCIADAS	71
7.7	PROPOSTA DE PARQUES LINEARES	72
7.7.1	CRITÉRIOS	76
8	ANÁLISE ECONÔMICA	83
8.1	HISTÓRICO DE DESASTRES POR INUNDAÇÕES	83
8.2	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	86
8.3	ESTUDO ECONÔMICO	86
8.3.1	CUSTOS DO SISTEMA	87
8.3.2	BENEFÍCIOS ESPERADOS	89
8.3.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE	93
8.4	ANÁLISE MULTICRITÉRIO	98
8.5	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS	98
8.5.1	EXECUÇÃO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIOS	99
8.5.2	MODELO SELECIONADO –AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)	100
8.6	CENÁRIOS PROPOSTOS - AVALIAÇÃO SOB OS DIFERENTES CRITÉRIOS	101
8.6.1	CRITÉRIO ECONÔMICO	101
8.6.2	CRITÉRIO TÉCNICO-LEGAL	102
8.6.3	CRITÉRIO AMBIENTAL	103
8.6.4	CRITÉRIO SOCIAL	104
8.7	PONTUAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS POR MEIO DE AFIRMATIVAS SUBCRITÉRIAS	105
8.8	PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS	105
8.8.1	DEFINIÇÃO E RESULTADOS DAS CATEGORIAS DE DESEMPENHO SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	105
8.9	HIERARQUIZAÇÃO DAS BACIAS ELEMENTARES	107
8.9.1	PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS	108
8.9.2	RESULTADO GERAL DAS BACIAS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	111
9	REFERÊNCIAS	112



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1- Aprofundamento do canal.....	12
Figura 4.2- Ampliação lateral da seção ou diminuição da rugosidade.....	13
Figura 4.3- Tipos de revestimentos mais comuns.....	13
Figura 4.4- Seção 203- Ribeirão Lavapés.....	15
Figura 4.5- Ribeirão Lavapés: a) Seção 193. b) Seção 168.....	16
Figura 4.6- Seção 164- Ribeirão Lavapés.....	16
Figura 4.7- Localização do R7, Santa Helena.....	18
Figura 4.8- Localização do R8, Ribeirão do Toró.....	19
Figura 4.9- Localização do R9, Jardim América.....	19
Figura 4.10- Localização do R10 e R11, Santa Helena.....	20
Figura 4.11- Localização do R12, Toró.....	20
Figura 4.12 – Ilustração de uma Escada Hidráulica.....	22
Figura 5.1- Elementos geométricos da seção trapezoidal.....	28
Figura 5.2- Elementos geométricos da seção retangular.....	29
Figura 5.3 - Curva Cota-Volume do Reservatório 9 (R9).....	40
Figura 5.4 – Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Jardim América.....	41
Figura 5.5 – Comparação entre as vazões para Tr 100 anos do Jardim América.....	41
Figura 5.6 - Curva Cota-Volume do Reservatório 7 (R7).....	43
Figura 5.7 - Curva Cota-Volume do Reservatório 10 (R10).....	44
Figura 5.8 - Curva Cota-Volume do Reservatório 11 (R11).....	44
Figura 5.9 - Curva Cota-Volume do Reservatório Taboão.....	45
Figura 5.10: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Córrego Santa Helena.....	46
Figura 5.11: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Córrego Santa Helena.....	47
Figura 5.12 - Curva Cota-Volume do Reservatório 8.....	48
Figura 5.13 - Curva Cota-Volume do Reservatório 12.....	49
Figura 5.14 - Curva Cota-Volume do Reservatório Moinhos.....	49
Figura 5.15: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Ribeirão Toró.....	51
Figura 5.16: Comparação entre as vazões para Tr 100 anos do Ribeirão Toró.....	51
Figura 7.1- Extraído do Mapa de Macrozoneamento do município de Bragança Paulista.....	61
Figura 7.2- a) Vista panorâmica da parte baixa do bairro Green Park com moradias edificadas no fundo do vale, às margens do canal de drenagem. b) Fundo de casas localizadas às margens do Ribeirão Lavapés.....	63
Figura 7.3- Esquema de implantação de um sistema de alerta.....	67
Figura 7.4- Localização da zona ripária.....	70
Figura 7.5- Proteção de margem: a) depois do crescimento de brotos. b) com instalação de faxinas de salgueiro.....	72
Figura 7.6- Propostas para a transformação de perfil regularizado em perfil natural de córregos.....	75
Figura 7.7- Indicação das regiões que precisam de vegetação para proteção do solo e lago.....	77
Figura 7.8- Equipamento urbano descaracterizado.....	78
Figura 7.9- Área verde descaracterizada.....	79
Figura 7.10- Área verde descaracterizada no lago situado na Rua Chile.....	80
Figura 7.11- Margem esquerda ocupada do córrego Jardim América.....	81
Figura 8.1: a) Av. José Gomes da Rocha Leal que teve 11 imóveis interditados. b) Comércio atingido.....	85
Figura 8.2- Inundações em Bragança Paulista.....	85
Figura 8.3- Áreas de inundação para os 2 cenários propostos.....	91
Figura 8.4 - Estrutura hierárquica genérica de problemas de decisão.....	101
Figura 8.5 - Bacias elementares.....	108

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Reservatórios propostos.....	18
---	----



Tabela 4.6- Travessias a serem readequadas.....	25
Tabela 5.1- Coeficientes de Manning.....	32
Tabela 5.2- Relação de Plantas dos Cenários 1 e 2.....	33
Tabela 5.3- Dados Gerais do Cenário 4.....	33
Tabela 5.4- Relação de Plantas do Cenário 4.....	34
Tabela 5.5- Configurações propostas para o trecho principal do Ribeirão Lavapés.....	35
Tabela 5.6- Configurações propostas para o córrego Cidade Planejada.....	35
Tabela 5.7- Configurações propostas para o córrego Jardim América.....	35
Tabela 5.8- Configurações propostas para o afluente do Jardim América.....	35
Tabela 5.9- Configurações propostas para o córrego Santa Helena.....	36
Tabela 5.10- Configurações propostas para o Ribeirão Taboão.....	36
Tabela 5.11- Configurações propostas para o afluente Montante do Ribeirão Taboão.....	36
Tabela 5.12- Configurações propostas para o afluente Jusante do Ribeirão Taboão.....	36
Tabela 5.13- Configurações propostas para o Ribeirão Toró.....	37
Tabela 5.14- Configurações propostas para a entrada do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.....	37
Tabela 5.15- Configurações propostas para a saída do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.....	37
Tabela 5.16- Configurações propostas para o rio Afluente, ribeirão Toró.....	37
Tabela 5.17- Configurações propostas para o rio Afluente II, ribeirão Toró.....	38
Tabela 5.18- Configurações propostas para o Itapechinga.....	38
Tabela 5.19- Configurações propostas para o afluente Itapechinga.....	38
Tabela 5.20- Configurações propostas para córrego Anhumas.....	38
Tabela 5.21- Configurações propostas para o ribeirão Água Comprida.....	39
Tabela 5.22 – Cota x Volume do Reservatório 9.....	39
Tabela 5.23- Características Físicas do Reservatório 9.....	40
Tabela 5.24- Características da descarga de fundo do Reservatório 9.....	40
Tabela 5.25- Características dos vertedores do Reservatório 9.....	40
Tabela 5.26 – Cota x Volume do Reservatório 7.....	42
Tabela 5.27 – Cota x Volume do Reservatório 10.....	42
Tabela 5.28 – Cota x Volume do Reservatório 11.....	42
Tabela 5.29 – Cota x Volume do Reservatório Taboão.....	42
Tabela 5.30: Características Físicas dos Reservatórios R7, R10, R11 e Taboão.....	45
Tabela 5.31- Características da descarga de fundo dos Reservatórios 7, 10 e 11.....	45
Tabela 5.32- Características do vertedouro dos Reservatórios R7, R10, R11 e Taboão.....	45
Tabela 5.33 – Cota x Volume do Reservatório 8.....	47
Tabela 5.34 – Cota x Volume do Reservatório 12.....	48
Tabela 5.35 – Cota x Volume do Reservatório Moinhos.....	48
Tabela 5.36: Características Físicas dos Reservatórios 8, 12 e Moinhos.....	50
Tabela 5.37- Características da descarga de fundo dos Reservatórios 8 e 12.....	50
Tabela 5.38- Características do vertedouro dos Reservatórios 8, 12 e Moinhos.....	50
Tabela 4.2 - Dados de Campo.....	52
Tabela 4.3 - Dados da Escada Hidráulica.....	52
Tabela 4.4 - Dissipador de Energia.....	52
Tabela 4.5 - Comprimento total.....	52
Tabela 5.39- Dados Gerais do Cenário 5.....	52
Tabela 5.40- Relação de Plantas do Cenário 5.....	53
Tabela 5.41- Configurações propostas para o trecho principal do Ribeirão Lavapés- Cenário 5.....	53
Tabela 5.42- Configurações propostas para o córrego Jardim América- Cenário 5.....	54
Tabela 5.43- Configurações propostas para o afluente do Jardim América.....	54
Tabela 5.44- Configurações propostas para o córrego Santa Helena.....	54
Tabela 5.45- Configurações propostas para o Ribeirão Toró.....	55
Tabela 5.46- Configurações propostas para a entrada do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.....	55
Tabela 5.47- Configurações propostas para a saída do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.....	55
Tabela 5.48- Configurações propostas para o rio Afluente, ribeirão Toró.....	55
Tabela 5.49- Configurações propostas para o rio Afluente II, ribeirão Toró.....	55
Tabela 6.1- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 4.....	56
Tabela 6.2- Reassentamentos e Planta Baixa do Cenário 4.....	57
Tabela 6.3- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 5.....	57
Tabela 6.4- Reassentamentos e Planta Baixa do Cenário 5.....	57
Tabela 7.1: Relação entre o benefício da zona ripária e o tipo de vegetação predominante.....	70



Tabela 8.1- Custos do sistema – Cenário 4.....	87
Tabela 8.2 - Custos do sistema - Cenário 5.....	87
Tabela 8.3: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 4.....	88
Tabela 8.4: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 5.....	88
Tabela 8.5: Composição da equipe de trabalho para os reservatórios.....	89
Tabela 8.6: Custo/h por passageiro	92
Tabela 8.7: Estimativa da frota atingida.....	92
Tabela 8.8: Benefícios gerados para a inundação de 10 anos com a implementação da obra.....	92
Tabela 8.9: Benefícios gerados para a inundação de 1.5 anos com a implementação da obra.....	93
Tabela 8.10: Fluxo de Caixa - Cenário 4.....	94
Tabela 8.11: Fluxo de Caixa - Cenário 5.....	95
Tabela 8.12 - Tabela resumo da TIR dos cenários.....	97
Tabela 8.13 - Tabela resumo custo/benefício.....	97
Tabela 8.14 - Distribuição das Categorias	106
Tabela 8.15 - Classificação dos critérios utilizados e pesos	106
Tabela 8.16 - Pontuação dos critérios avaliados	106
Tabela 8.17 - Resultado da Avaliação das alternativas	107
Tabela 8.18 - Pontuação para área da bacia.....	109
Tabela 8.19- Avaliação do Critério Área da Bacia.....	109
Tabela 8.20 - Pontuação para a extensão dos curso d'água	110
Tabela 8.21 - Avaliação do Critério Extensão dos cursos d'água	110
Tabela 8.22 - Pontuação do critério de vazão	110
Tabela 8.23 - Avaliação do Critério de Vazão	111
Tabela 8.24 - Resultado Final e Prioridades	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 3	115
Anexo 2: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 4	116
Anexo 3: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 5	117
Anexo 4: ORÇAMENTOS.....	118



Prefeitura do Município de Bragança Paulista
BRAGANÇA PAULISTA - SP

1 GENERALIDADES

1.1 PROJETO

Plano de macrodrenagem do município de Bragança Paulista.

1.2 LOCALIZAÇÃO

Região nordeste do Estado de São Paulo.

1.3 ESTUDOS E PROJETOS DESENVOLVIDOS

- ✓ Projeto básico de medidas estruturais e não estruturais de controle de enchentes;
- ✓ Análise de custo benefício nos aspectos técnicos, econômicos, ambientais, sociais e legais.

1.4 METODOLOGIA UTILIZADA

O projeto está calçado em preceitos, normas e técnicas indicadas para projetos de sistemas de abastecimento de água. É desenvolvido em atendimento às normas da ABNT.

1.5 CÓDIGO PROJETO

Pj-010-2011/03-35-3352-RL-04-EB



2 CONSULTOR



SANETAL – Engenharia e Consultoria
em Saneamento e Meio Ambiente Ltda.

Endereço: Rua Heriberto Hülse, 70 sala 01 – Barreiros – São José – SC.

CNPJ: 04.779.656/0001-05

CREA Nº.: 059026-3

Representante Legal: ADRIANO AUGUSTO RIBEIRO

Responsável Técnico

Adriano Augusto Ribeiro

CREA nº.: 051422-6

Equipe Técnica de Trabalho

Adriano Augusto Ribeiro

Engº Sanitarista e Ambiental, MSC.

Flávia Andréa da Silva Cabral

Engª Sanitarista e Ambiental, MSC.

Elton Murbach Koga

Engº Sanitarista e Ambiental

Marcelle Freire Golini

Engª Sanitarista e Ambiental

Daniel Henriques Neto

Engº Sanitarista e Ambiental

Fabiane Andressa Tasca

Engª Sanitarista e Ambiental

Tiago Siegle

Engenharia Sanitária e Ambiental

Camila Lopes Bello

Técnica em Edificações



3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este trabalho tem por objetivo a formulação do Plano Diretor de Macrodrenagem do município da Estância Climática de Bragança Paulista, que possa fornecer bases e fundamentos para a implantação de uma ampla política de gerenciamento hídrico. O Plano será agregado ao atual Plano Municipal de Saneamento Básico do município que conta apenas com plano de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O Plano desenvolvido pela empresa SANETAL Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. se dá através de critérios calcados em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) assim como as recomendações do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE).

No total são 5 (cinco) Relatórios, sendo o primeiro composto pelo levantamento de dados suficiente para simulação e realização de um diagnóstico de macrodrenagem do município, assim como o levantamento batimétrico dos principais corpos d'água do município. No segundo relatório é realizado um estudo da projeção populacional e avaliado a expansão da malha urbana nas sub-bacias do município. No terceiro relatório são formulados cenários tendenciais e comparados com o cenário atual em função do diagnóstico e prognóstico das inundações. O quarto relatório é composto por projeto básico das medidas estruturais e não estruturais de controle de enchentes assim como análise de custo benefício nos aspectos técnicos, econômicos, ambientais, sociais e legais. Para finalizar, o último relatório é o Diagnóstico Ambiental com ênfase na macrodrenagem, subdivididos por sub-bacia.

O presente relatório é a quarta parte do estudo, no qual são apresentadas medidas estruturais e não estruturais para o controle de enchentes, especificadas no Projeto Básico, bem como uma análise de custo-benefício do projeto básico proposto; descritos com maior especificidade e riqueza de detalhes posteriormente.



4 PROJETO BÁSICO DOS CANAIS

4.1 ALTERNATIVAS LEVANTADAS

As medidas estruturais, com vistas à redução de enchentes, podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas procuram modificar as relações entre precipitação e vazão, agindo, portanto, na bacia. Cita-se como exemplo as alterações da cobertura vegetal do solo, já que esta armazena parte do volume de água precipitado e contribui na redução da velocidade do escoamento superficial e no retardamento de picos de enchente, além de controlar a erosão da bacia. As medidas intensivas, por sua vez, agem no rio e podem ser de três tipos (SIMONS, 1977):

- (a) Aceleram o escoamento: construção de diques, com o aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros;
- (b) Desvio do escoamento, caracterizado por obras como canais de desvios;
- (c) Retardam o escoamento: Bacias de amortecimento e Reservatórios; bem como melhorias no canal;

Este último, medidas que retardam o escoamento, é o proposto no presente projeto. Estas ações remetem ao conceito de conservação, ou mesmo de restauração, tanto quanto possível, das condições naturais originais, ou mais próximas a elas, dos rios e córregos urbanos. As mudanças propostas buscam manter ou restaurar o leito maior dos córregos, preservar os meandros, dotar as canalizações de revestimento rugoso bem como redimensioná-las para melhorar as condições de escoamento e estabilidade, redimensionar as galerias com vistas a suportar a vazão atual e futura, e proposição de reservatórios de retenção, alternativas estas que possibilitam o rebaixamento da linha d'água das cheias e são descritas adiante.

No relatório anterior (III) descreveu-se quatro cenários de simulações hidráulicas. A este relatório acrescenta-se mais um cenário, o cenário 5, ampliando-se as possibilidades de projeções futuras. Desta forma, as simulações são embasadas em 5 (cinco) possíveis cenários:



- ✓ Cenário 1 (Atual): É o cenário de diagnóstico da situação atual encontrada em Bragança Paulista; com as condições de uso, ocupação e estruturas de drenagem existentes. Este cenário foi simulado para as três bacias elementares do município: Bacia do Lavapés, Bacia Água Comprida e Bacia do Agudo.
- ✓ Cenário 2 (Prognóstico): É o cenário que considera condições futuras de impermeabilização do solo, de acordo com o plano diretor, porém com a estrutura de drenagem atual. A simulação foi realizada para as três bacias elementares citadas do município, com os dois reservatórios existentes - Taboão e Moinhos;
- ✓ Cenário 3 (Alternativas com projeto existente): É o cenário com as condições futuras de uso e ocupação do solo, com as alternativas estruturais propostas no projeto realizado pela empresa SHS Consultoria e Projetos de Engenharia (SHS, 2011). A simulação deste cenário contempla o rio principal do Ribeirão Lavapés, bacia principal do município, juntamente com os afluentes Itapechinga e Santa Helena. Foram inseridos na simulação os seis reservatórios propostos no projeto da empresa citada;
- ✓ Cenário 4 (Alternativa de projeto proposta): É o cenário futuro, considerando o aumento da impermeabilização do solo, simulado com todas as medidas estruturais (modificações na calha e uso de reservatórios) propostas pelo presente projeto. A simulação contempla a bacia do Rio Lavapés, com os afluentes Jardim América, Santa Helena, Toró; e a Bacia do Ribeirão Água Comprida;
- ✓ Cenário 5 (Alternativa de projeto proposta): É o cenário futuro, considerando o aumento da impermeabilização do solo, simulado apenas com as medidas estruturais de modificações na calha propostas pelo presente projeto. Contempla a bacia do Rio Lavapés, com os afluentes citados no cenário 4.

Apresentou-se, no Relatório III, um breve diagnóstico da simulação hidráulica; com indicação dos trechos que possuem transbordamento de acordo com o cenário simulado. No presente estudo, apresentam-se, em planta, os níveis da água para os Cenários 1-5, bem como o dimensionamento para os Cenários 3- 5, constantes no Memorial de Cálculo, cujos critérios são descritos na sequência.

4.1.1 MODIFICAÇÕES NOS CANAIS EXISTENTES

A retificação de um rio significa melhorar as condições de escoamento e estabilidade, possibilitando o rebaixamento da linha d'água das cheias. As modificações na morfologia do rio objetivam o aumento da capacidade da vazão para um mesmo nível, reduzindo a sua frequência de ocorrência (TUCCI C. , 1995).

No aprofundando do canal, a linha de água é rebaixada evitando inundação (Figura 4.1), mas as obras devem envolver um trecho muito extenso para ser efetiva. A ampliação da seção produz redução da declividade da linha de água e redução de níveis para montante, demonstrados na Figura 4.2 (TUCCI C. , 1995). Estas obras serão examinadas quanto à alteração que podem provocar na energia do rio e na estabilidade do leito.

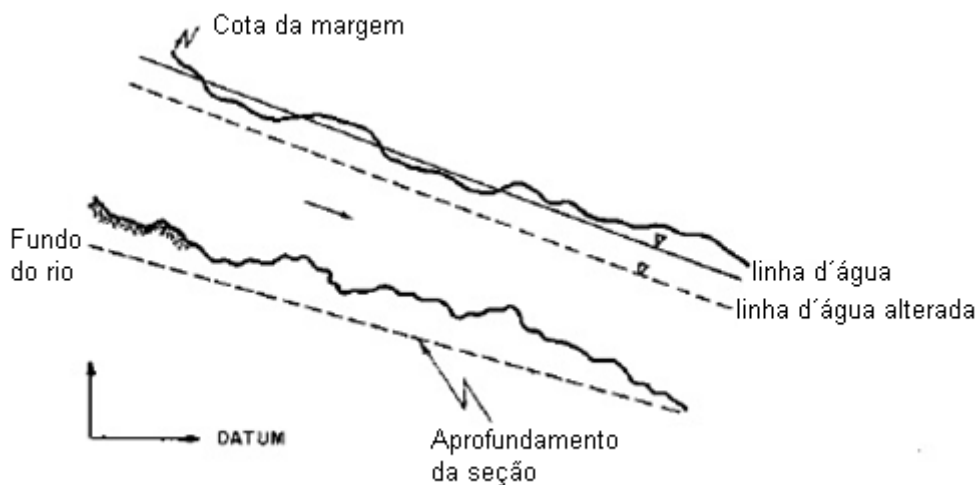


Figura 4.1- Aprofundamento do canal.

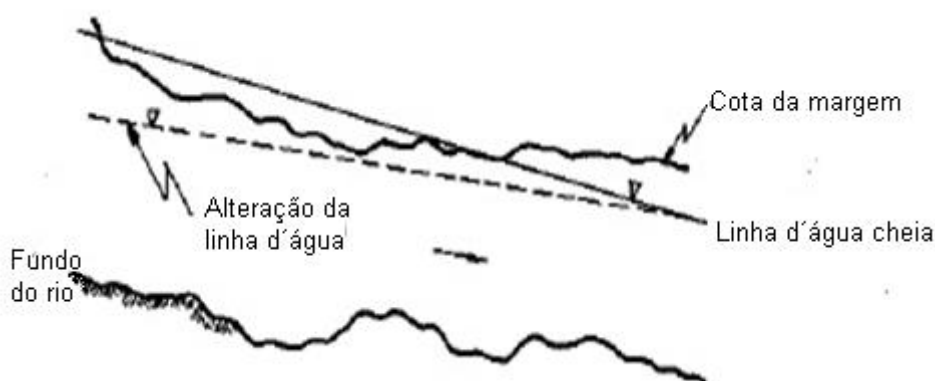


Figura 4.2- Ampliação lateral da seção ou diminuição da rugosidade.

A seção retificada do futuro leito do rio deverá atender às necessidades do curso d'água, sem prejuízo na capacidade de vazão, estabilidade e dos aspectos ambientais e legais envolvidos. Para tanto, propõe-se a modificação de canais abertos e fechados (galerias), obedecendo aos seguintes revestimentos (Figura 4.3), ordenados sob os aspectos econômicos de acordo com o DAEE (2005):

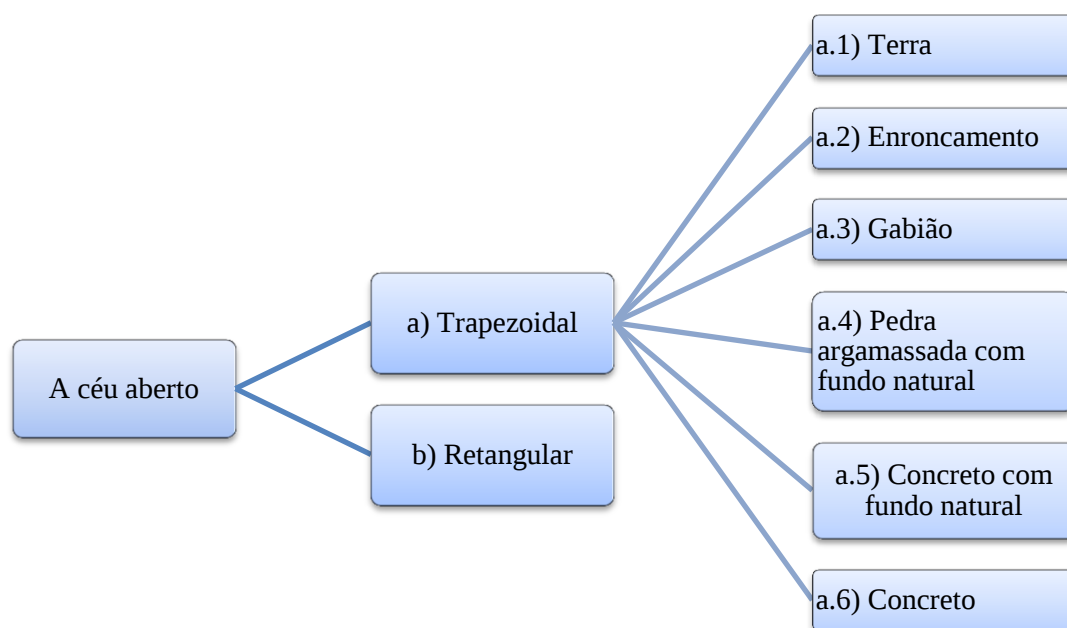


Figura 4.3- Tipos de revestimentos mais comuns.

As seções geométricas propostas no projeto possuem geometria tanto trapezoidal, tanto retangular, de acordo com a disponibilidade de faixa para sua implantação. Contudo, os únicos revestimentos possíveis que atendem aos critérios de velocidade para as seções modificadas são constituídos de pedra argamassada e concreto.



Salienta-se sobre o fato de não ser possível dimensionar soluções técnicas de modificações estruturais em locais onde não foram executados levantamentos topográficos. Sendo assim, não foram previstas modificações nestes locais em virtude da ausência de dados. Possivelmente as mudanças sugeridas no curso d'água principal da bacia, o Ribeirão Lavapés, deverá solucionar os problemas de cheias nessas áreas, já que há um rebaixamento da lamina d'água e há a consequente redução da ocorrência de remansos nos cursos d'água afluentes.

4.1.2 MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE CANAIS EXISTENTES

A manutenção das calhas dos córregos e ribeirões existentes que compõem os sistemas hídricos das bacias dos Ribeirões Lavapés, Agudo e Água Comprida é caracterizada em função dos tipos de canais de macrodrenagem e da importância destes recursos hídricos, sendo os serviços básicos a seguir relacionados:

- **Canais abertos, sem revestimento:**

- a) Aterros laterais das margens e proteção das vias de manutenção com pedrisco; e
- b) Plantio de grama para a fixação da seção hidráulica dos canais.

- **Canais abertos, com revestimento:**

- a) Retirada de material depositado no fundo do canal e corte da vegetação que cresce de forma inadequada dentro da calha, sem prejudicar o revestimento;
- b) Execução de reparos no revestimento onde necessário;

- **Canais fechados**

- a) Execução de tampas removíveis para acessos ao canal para as ações de limpeza e retirada de material sólido depositado no fundo;
- b) Execução de dispositivos como grades para impedir o acesso de materiais grosseiros, como entulhos e lixo ao canal.

Sugere-se que a manutenção e conservação de canais existentes constituam um programa municipal que, após a definição de objetivos e metas, tenham seu exercício fiscalizado no conjunto dos Planos e Ações Municipais que constituem os programas do município de Bragança Paulista.

4.1.2.1 SEÇÕES PRIORITÁRIAS

Indica-se na sequência, através de imagens do *Google Street View* (2012), seções em que se identificou problemas com maior grau de prioridade para ações de manutenção no rio principal da Bacia do Ribeirão Lavapés. Ressalta-se que além dos problemas apontados, grande parte dos trechos do rio carece de renaturalização e manutenção.

- **Seção 203:** Observa-se a queda do muro que divide o lote e o rio. Esses resíduos de construção podem limitar o fluxo fluvial, o que pode ocasionar alagamentos no local (Figura 4.4).

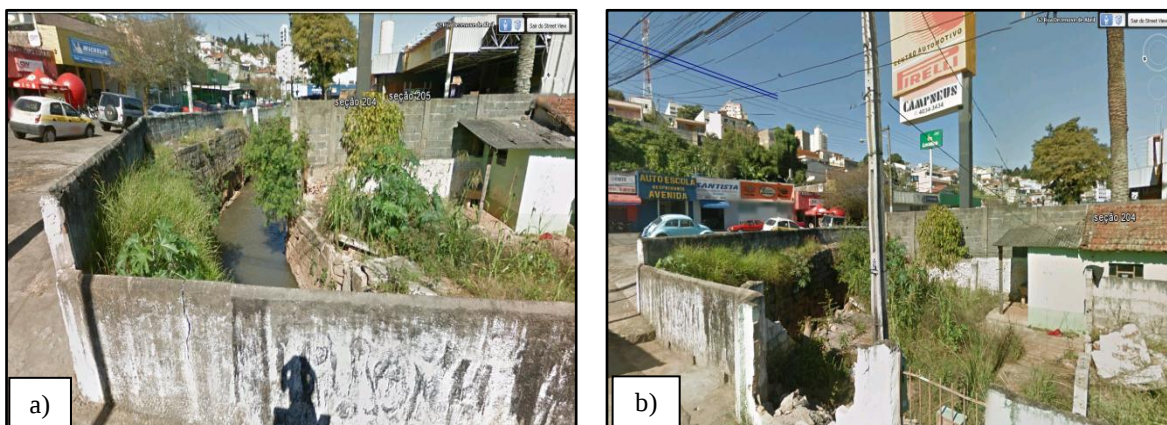


Figura 4.4- Seção 203- Ribeirão Lavapés.

- **Seção 193:** Observa-se um *outdoor* exposto à margem do rio. O solo encontra-se sem vegetação para proteção de suas margens, o que possibilita que o peso da mídia publicitária acarrete em desestabilização/desmoronamento da margem do rio. Isto diminuiu a seção útil do canal e restringe o fluxo de água (Figura 4.5).
- **Seção 168:** Observa-se a alta quantidade de resíduos sólidos dentro do rio. Sugere-se a instalação de coletores para recicláveis e rejeitos ao longo da Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira (Figura 4.5), além da revegetação do entorno.

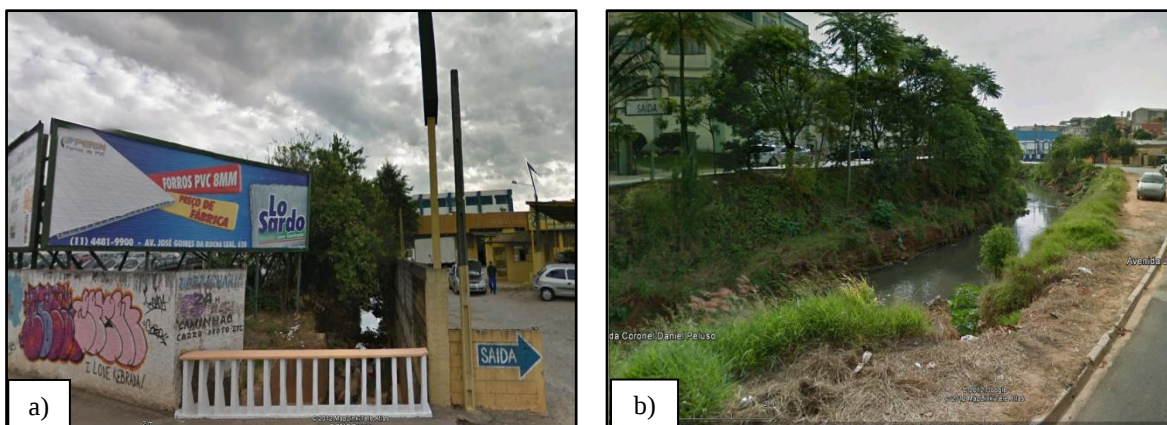


Figura 4.5- Ribeirão Lavapés: a) Seção 193. b) Seção 168.

- **Seção 164:** Observa-se intensos processos erosivos nas margens do rio nesta seção associado ao cultivo de banana (Figura 4.6). Os métodos e técnicas impróprias fomentam o desmatamento nas margens e várzeas do canal, aumentando o risco de escorregamentos, já que a supressão da mata nativa faz com que a velocidade do escoamento das águas das chuvas seja aumentada, o que causa voçorocas e assoreamento do leito do rio.

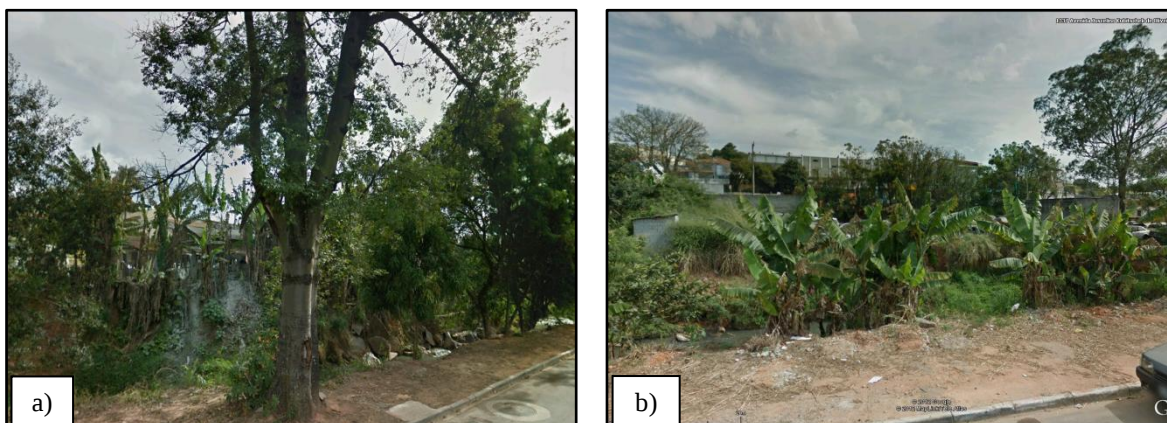


Figura 4.6- Seção 164- Ribeirão Lavapés.



4.1.3 RESERVATÓRIOS DE RETENÇÃO

As obras e os dispositivos aplicados para favorecer a reservação dos escoamentos constituem o conceito mais significativo e de amplo espectro no campo das medidas inovadoras em drenagem urbana (CANHOLI, 2005), pois apresentam uma solução de engenharia capaz de resolver problemas de alagamentos num determinado local sem transferência de vazões de cheias à jusante e constitui-se, portanto, em uma solução mais sustentável.

Com base nas características dos corpos hídricos de Bragança Paulista, propõe-se a utilização de bacias de retenção abertas e *on-line* (situados na linha principal do sistema, com restituição do escoamento de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem). Neste caso, utilizam-se taludes laterais suaves, de forma a evitar possíveis acidentes, cobertos por grama ou construídos na forma de arquibancadas ou rampas lisas.

A manutenção destas bacias é mais rápida e econômica, quando comparada a uma subterrânea, por exemplo, pois o acesso é livre e os equipamentos necessários são facilmente obtidos. Outra vantagem do uso destas bacias é o aumento da vida útil dos sistemas de drenagem existentes à jusante, pois reduz as vazões que passam por esses condutos.

Um dos problemas apresentados para a aplicação de bacias de retenção refere-se à qualidade das águas conduzidas pela maioria dos rios do Município de Bragança Paulista, haja vista que existem muitas ligações clandestinas de esgoto e poluição difusa que deságuam diretamente nos rios, especialmente no Lavapés (BragançaP., 2011). Desta forma o confinamento de água imprópria, poderia acarretar proliferação de vetores. Contudo, a construção do interceptor e da ETE Lavapés, aliada às obras do Jd. São Miguel, com capacidade de tratar 175 litros por segundo e conclusão prevista para final do ano 2014 (SABESP, 2011), torna essa opção ainda mais viável.

Para o dimensionamento de reservatórios no município é necessária a aquisição de Curvas de Nível com intervalos de 1 em 1 metro, pois são as curvas que melhor descrevem o terreno de interesse. Assim, não existem subsídios técnicos que propiciem o detalhamento destas estruturas. Desta forma, o presente projeto se ateve a um pré-dimensionamento de reservatórios, com estimativa do amortecimento dos mesmos, para que se possa ter dimensão de custos em relação à implantação destes projetos.

Propõe-se a inclusão de 6 reservatórios, que são descritos no Cenário 4, conforme listados na Tabela 4.1 e ilustrados na Figura 4.7 até Figura 4.11.

Tabela 4.1 - Reservatórios propostos

Reservatório	Afluente	Localização
7	Santa Helena	Av. Dom Pedro I com Alameda Horizonte
8	Toró	Av. Estevão Diamont
9	Jardim América	Av. Doutor Plínio Salgado
10	Santa Helena	Av. Dom Pedro I com Av. Salvador Markowicz
11	Santa Helena	Av. Dom Pedro I com Rua Francisco Picarelli
12	Toró	Av. Nossa Senhora da Penha



Figura 4.7- Localização do R7, Santa Helena.



Figura 4.8- Localização do R8, Ribeirão do Toró.



Figura 4.9- Localização do R9, Jardim América.

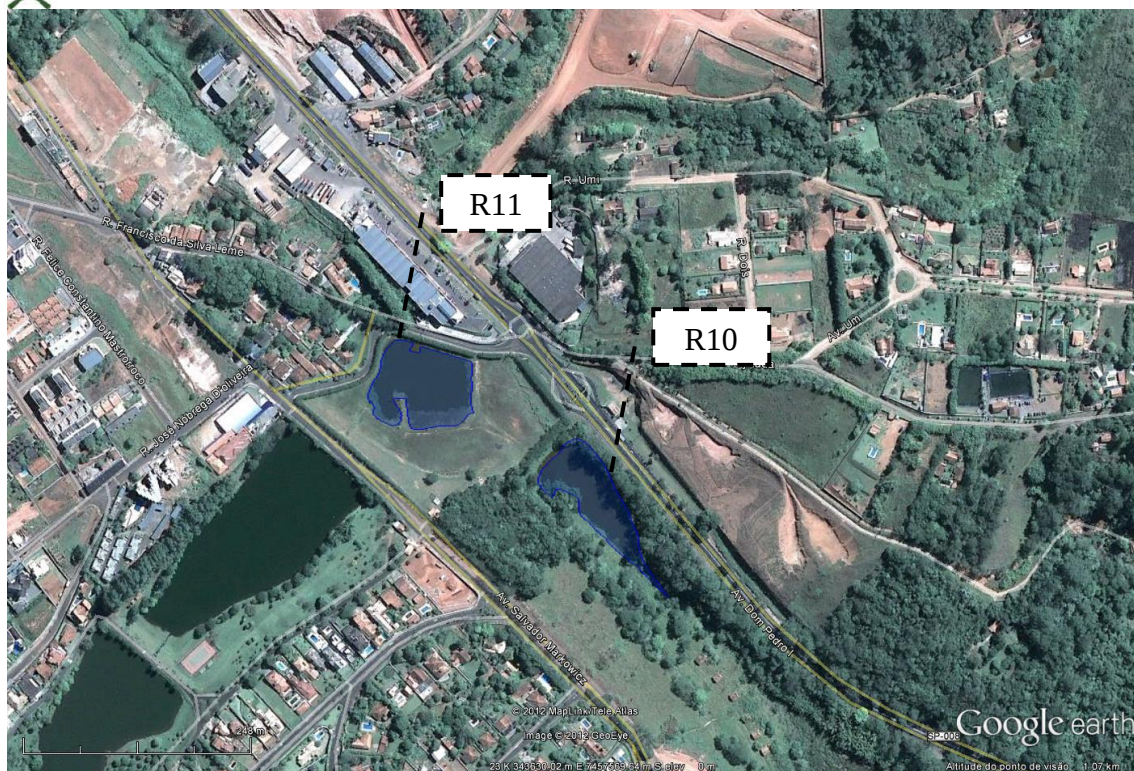


Figura 4.10- Localização do R10 e R11, Santa Helena.



Figura 4.11- Localização do R12, Toró.



Os reservatórios R7, R8, R9 e R12 foram criados com a topografia natural do terreno; entretanto os R8 e R12 foram readequados através de escavação do terreno para aumentar o volume de armazenamento. Para os reservatórios 10 e 11 considerou-se o desassoreamento dos lagos existentes, cujos métodos são descritos na sequência.

4.1.3.1 DESASSOREAMENTO DE LAGOS EXISTENTES

Para o desassoreamento dos lagos que constituem o córrego Santa Helena (R10 e R11), faz-se necessário uma série de estudos nos lagos e na região de entorno, tais como:

- Levantamentos geológicos e geotécnicos das margens dos lagos por meio de sondagens;
- Investigação submersa por métodos geofísicos;
- Perfil geológico e geotécnico e análise de estabilidade dos taludes das margens dos lagos;
- Determinação do volume do assoreamento existente em ambos os lagos;
- Determinação do volume possível de sedimentos a serem retirados dos lagos.

Os presentes métodos não fazem parte do escopo do trabalho. Assim, far-se-á uma estimativa de desassoreamento dos lagos.

Para tal estimativa, considerou-se que os lagos apresentavam profundidade de 1 metro, altura da qual promoveu-se o aprofundamento até o nível do terreno desejado.

4.1.4 DISSIPADOR DE ENERGIA

Na saída do moinho, do Ribeirão Toró, para evitar o escoamento supercrítico, será proposto um dissipador de energia no início da galeria.

A dissipação de energia visa à diminuição da velocidade do escoamento nas estruturas hidráulicas e nas saídas de galerias de águas pluviais, principalmente nas situações de chuvas intensas e enchentes, para que seja minimizada a ocorrência de desgaste ou erosão dos canais.

Diversas estruturas hidráulicas foram desenvolvidas para o controle do fluxo d'água. Os de maior aplicabilidade para drenagem urbana são os de degraus, rampas dentadas e blocos de impacto (FCTH, 1999).

(TOSCANO, 1999) define dissipação de energia como o fenômeno hidráulico caracterizado pela transformação da energia cinética contida no escoamento das águas, em energia de turbulência e em seguida, em energia térmica devido ao efeito da agitação interna do fluido. Esta transformação se dá geralmente no pé das estruturas e é obtida com maior intensidade quando se desenvolve no escoamento o ressalto hidráulico que segundo o mesmo autor é um fenômeno caracterizado pela passagem brusca do escoamento em regime rápido, a montante, para um regime lento a jusante.

O dissipador de energia escolhido para o projeto é a Escada Hidráulica, os registros de seu uso estão em torno de 1.300 a.C. conforme (CHANSON, 1996), que é considerado uns dos grandes pesquisadores no assunto.

A escada hidráulica com bacia de fundo plano, onde provocamos o ressalto hidráulico, como apresentada na Figura 4.12 pode dissipar entre 77% a 95% da energia.

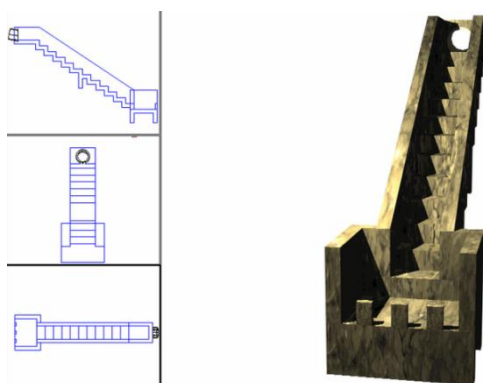


Figura 4.12 – Ilustração de uma Escada Hidráulica



(CHANSON, 1996) afirma que no regime skimming flow desenvolvem-se vórtices abaixo do pseudo fundo (alinhamento formado pelas extremidades externas dos degraus) que são mantidos pela transmissão da tensão tangencial do fluido escoando pelas extremidades dos degraus. A dissipação da energia causada pelos degraus pode reduzir significativamente o tamanho e o custo da bacia de dissipação necessária na base do vertedouro, comparada com uma calha convencional de concreto (calha lisa). Portanto, na escada hidráulica temos um regime especial de escoamento denominado skimming flow que é complexo e dependente de inúmeras pesquisas ainda em desenvolvimento. O dimensionamento completo da escada hidráulica consta no memorial de cálculo.

4.2 CONSIDERAÇÃO E DIRETRIZES

4.2.1 DEMAIS MEDIDAS ESTRUTURAIS PROPOSTAS

Para o controle das cheias, a junção das medidas extensivas, que agem na bacia como um todo, e das intensivas, que são as medidas que agem diretamente no rio e que foram propostas nos itens anteriores, é considerada uma alternativa mais eficiente do que quaisquer modificação quando analisada de forma isolada. Nesse item sugerem-se algumas medidas que tornam o projeto mais eficiente e sustentável do ponto de vista hidráulico e ambiental.

4.2.1.1 MELHORAMENTOS DOS CANAIS EXISTENTES

Os canais existentes, além das obras de melhoria propostas para a implantação das seções hidráulicas adequadas – item 4.1.2-, deverão sofrer benfeitorias nos dispositivos e acessórios que fazem parte do subsistema, visando à eficiência de todos os componentes:

- a) Execução de chegada de canalização (bueiros) com devida proteção a solapamento, erosão e outros;
- b) Deve-se incentivar o uso de grelhas com manutenção sistemática, em substituição das bocas de lobo convencionais. Impedindo, desta forma, a entrada de resíduos sólidos que, quando não as entope, são conduzidos para os corpos receptores, contribuindo com a poluição dos cursos d'água e das praias;
- c) Execução de revestimento com grama para a conservação do topo e das margens dos canais de drenagem;



- d) Implantação de arborização e tratamento paisagístico de toda a faixa compreendendo os canais de macrodrenagem;
- e) Implantação de sistema de coleta de lixo, com a instalação de lixeiras, junto aos bairros com população de baixa renda.

4.2.1.2 READEQUAÇÃO DE PONTES

Ao longo dos cursos d'água existem algumas pontes que precisam ser readequadas para suportar a nova geometria proposta. Sendo assim, a partir da definição das novas larguras da calha ao longo dos rios, referentes ao cenário 4 e 5, foram redimensionadas algumas pontes e travessias para suporte da vazão de projeto que estão listadas na Tabela 4.2. O formato e geometria dos canais é descrito no Cenário 4 e 5.

Considerou-se, para a definição da altura mínima da ponte, uma borda livre de 30 cm. As pontes propostas encontram-se nas plantas DRU-CAN-ARQ-0010B-1150B.



Tabela 4.2- Travessias a serem readequadas.

CURSO D'ÁGUA	SEÇÃO	RUA	ATUAIS	
			VÃO (M)	ALTURA (M)
CANAL ANHUMAS	468	RUA D. CAROLINA	Galeria	Galeria
CANAL ANHUMAS	469	RUA D. CAROLINA (PRÓX. À PRAÇA DA BÍBLIA)	Galeria	Galeria
CANAL ANHUMAS	470	RUA D. CAROLINA (PRÓX. À PRAÇA DA BÍBLIA)	Galeria	Galeria
RIBEIRÃO LAVAPÉS	243	RUA ÉDIO RONDINI ESQUINA COM OSWALDO ASSIS	2	2
RIBEIRÃO LAVAPÉS	245	AVENIDA EUROPÉIA COM ALAMEDA ALEMANHA	1.5	2.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	247	AVENIDA EUROPA COM AVENIDA IMIGRANTE	3	2
CÓRREGO SANTA HELENA	237	RUA TUPY	2.5	3
CÓRREGO SANTA HELENA	236	RUA JOSE DOMINGOS	2.5	3
CÓRREGO SANTA HELENA	235	RUA ALPHEU GRIMILLO COM RUA ARTHUR SIQUEIRA	2 x 0 1	1
CÓRREGO SANTA HELENA	223/224	RUA FRANCISCO PICARELLI	2x 0 1.5	1.5
CÓRREGO SANTA HELENA	217	ALAMEDA HORIZONTE	Galeria	Galeria
CÓRREGO SANTA HELENA	231/232	PRÓXIMO RUA ALPHEU GRIMELO	Galeria	Galeria
RIBEIRÃO LAVAPÉS	250	RUA FELIPE SIQUEIRA	6	3.5
CÓRREGO ITAPECHINGA	252	RUA ADM. ALBERTO DINIZ COM AVENIDA IMIGRANTES (GALERIA)	2	2
CÓRREGO ITAPECHINGA	265	GALERIA	2.5	3
CÓRREGO ITAPECHINGA	265	RUA ITAPECHINGA	Galeria	Galeria
CÓRREGO ITAPECHINGA	263	PRÓXIMO ALAMEDA DAS CEREJEIRAS	3	6
CÓRREGO ITAPECHINGA	261	AV. PERIMETRAL	Galeria	Galeria
CÓRREGO ITAPECHINGA	255	AV. ADM. ALBERTO DINIZ	2	2
RIBEIRÃO LAVAPÉS	239/240	PRÓXIMO RUA ARTHUR SIQUEIRA	Inexistente	Inexistente
RIBEIRÃO LAVAPÉS	205	TRAVESSA SÃO LUIZ	5	2
RIBEIRÃO LAVAPÉS	204	RUA DR. TOSTA	5	3
RIBEIRÃO LAVAPÉS	203	RUA 19 DE ABRIL	3.45	1.8



CURSO D'ÁGUA	SEÇÃO	RUA	ATUAIS	
RIBEIRÃO LAVAPÉS	201	RUA CORONEL LADISLAU	11	3.8
RIBEIRÃO LAVAPÉS	199	TRAVESSA RIACHUELO	2	3
RIBEIRÃO LAVAPÉS	197	RUA DR. ANTONIO DA CRUZ	11	3.15
RIBEIRÃO LAVAPÉS	196	AVENIDA DR PLÍNIO SALGADO	6	1.85
RIBEIRÃO LAVAPÉS	187	RUA CLEMENTE	10.5	2
CÓRREGO JARDIM AMÉRICA	193	AVENIDA DOS IMIGRANTES COM RUA CLEMENTE	3	2
CÓRREGO JARDIM AMÉRICA	191/192	AVENIDA DR PLÍNIO SALGADO (NA ROD. PEDRO ASTENORI MARIGLIANI)	2.5	4.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	184/182	RUA IMIGRANTE (PRAÇA CHICO MAJOR)	3	1
RIBEIRÃO LAVAPÉS	181	SAÍDA DA AVENIDA IMIGRANTES PARA RUA SÃO LOURENÇO	6	3.31
RIBEIRÃO LAVAPÉS	178	AVENIDA IMIGRANTES COM TRAVESSA TAMOIO (PONTE)	16	4.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	178/176	AVENIDA IMIGRANTES COM TRAVESSA TAMOIO (GALERIA)	2	2
RIBEIRÃO LAVAPÉS	173/172	TRAVESSA MOTATO A. GONZALES COM AV. JUSCELINO KUBTSCHEK	13	4
RIBEIRÃO LAVAPÉS	170	RUA PERU	13	3.3
RIBEIRÃO LAVAPÉS	168/167	RUA CORONEL DANIEL PELUSO COM AV. JUSCELINO KUBTSCHEK	10	5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	164/163	AVENIDA JUSCELINO KUBTSCHEK	15	5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	160/159	AV. JUSCELINO KUBITSCHK COM RUA AQUILES BIANCHI	17.5	5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	82	RUA CORONEL DANIEL PELUSO	17.5	5.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	73	AVENIDA DOS IMIGRANTES	9	4.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	70	RUA DR PLÍNIO SALGADO	8.5	4.5
RIBEIRÃO LAVAPÉS	41/40	RUA ANTÔNIO SABELLA	16	5.03
RIBEIRÃO LAVAPÉS	11	RUA DR PLÍNIO SALGADO (GALERIA)	5	5
CÓRREGO CIDADE PLANEJADA	8	RUA ARGEMINO ROCHA DE MORAES (GALERIA)	0 1.60	1.6
CÓRREGO CIDADE PLANEJADA	8	RUA ARGEMINO ROCHA DE MORAES (PONTE)	4	2
RIBEIRÃO TORÓ	149	AVENIDA ATÍLIO MENIN COM RUA ALZIRO DE OLIVEIRA	7	4.5
RIBEIRÃO TORÓ	146	RUA DOMINGOS SACRINI	5.5	3



CURSO D'ÁGUA	SEÇÃO	RUA	ATUAIS	
RIBEIRÃO TORÓ	455	RUA RINZO AOKI	$\theta 1 + 2x \theta 1.20$	1.2
RIBEIRÃO TORÓ	435	RUA EXP FRANCO MACEDO (GALERIA)	2	1.8
RIBEIRÃO TORÓ	135/136	RUA RINZO AOKI (GALERIA)	4	4
RIBEIRÃO TORÓ	133	RUA EXP FRANCO MACEDO	7	3
RIBEIRÃO TORÓ	121	PROXIMO À RUA AGOSTINHO MARCHELLI	5	3.5
RIBEIRÃO TORÓ	116	PRÓXIMO DA RUA ESTEVÃO DIAMANT	6.5	3.5
RIBEIRÃO TORÓ	108	PRÓXIMO DA RUA ESTEVÃO DIAMANT	5.5	2
RIBEIRÃO TORÓ	93	PRÓXIMO DA AV. PADRE ALDO BOLLINI	3	2
RIBEIRÃO TORÓ	88	AV. PADRE ALDO BOLLINI	$\theta 1.50$	1.5
RIBEIRÃO DA ÁGUA COMPRIDA	405/406	DISTA 57,6 M DA SEÇÃO 405	$\theta 1.20$	1.2
RIBEIRÃO DA ÁGUA COMPRIDA	407	PRÓXIMO DA SEÇÃO 407	Galeria	Galeria
RIBEIRÃO DA ÁGUA COMPRIDA	407/408	DISTA 121 M DA SEÇÃO 408	Galeria	Galeria
RIBEIRÃO DA ÁGUA COMPRIDA	408	PRÓXIMO DA SEÇÃO 408	$\theta 1.50$	1.5
RIBEIRÃO DA ÁGUA COMPRIDA	409	PRÓXIMO DA SEÇÃO 409	3.5	1.7

5 MEMORIAL DE CÁLCULO

O presente memorial de cálculo refere-se aos elementos necessários para o perfeito dimensionamento dos canais da Bacia Lavapés, bem como de seus tributários e afluentes, além do dimensionamento das Bacias Água Comprida e Agudo.

As dimensões geométricas dos canais fechados e abertos foram obtidas baseando-se no estudo topográfico das bacias, sub-bacias, declividades, tempo de recorrência e cálculo de vazões de contribuição, já apresentados anteriormente. Desta forma, é descrito a seguir as metodologias consideradas no projeto.

5.1 MÉTODOS

Primeiramente para se obter as geometrias adequadas à conduzir a vazão de projeto ao longo dos cursos d'água foram utilizados os princípios básicos da hidráulica de canais, representados na Figura 5.1 para seções trapezoidais e na Figura 5.2 para seções retangulares, explicados por meio das equações seguintes.

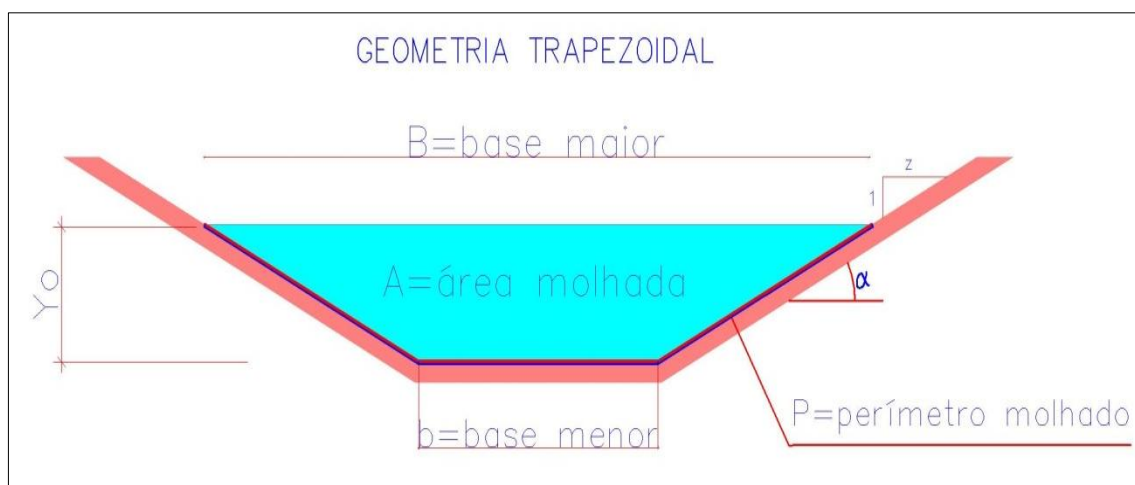


Figura 5.1- Elementos geométricos da seção trapezoidal.

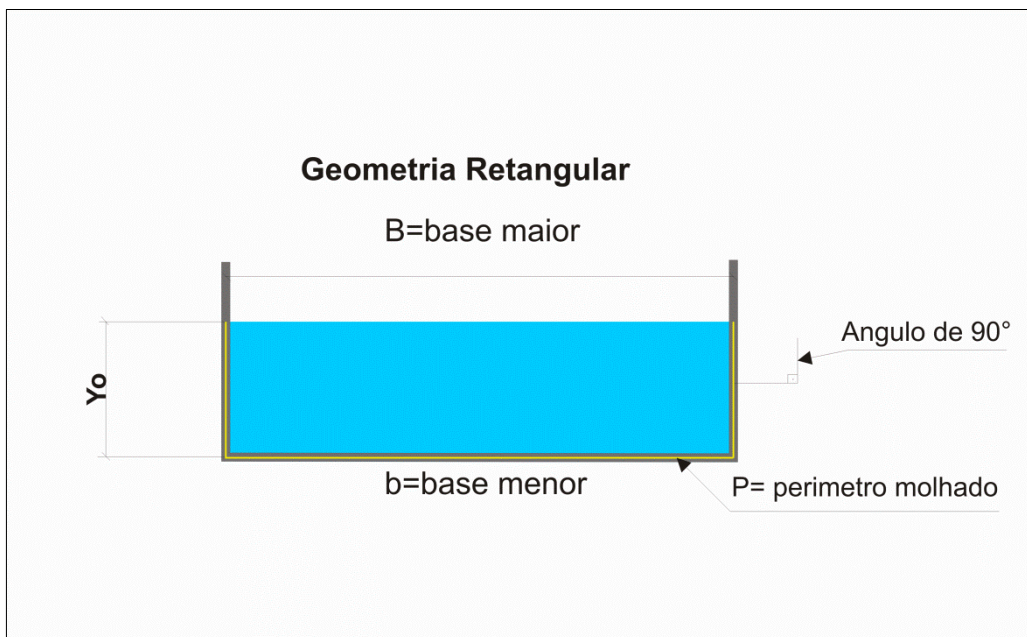


Figura 5.2- Elementos geométricos da seção retangular.

Os principais elementos geométricos de canais prismáticos ou não prismáticos segundo (PORTO, 2006) são:

- ✓ Área molhada (A): é a área da seção reta do escoamento, normal a direção do fluxo;
- ✓ Perímetro molhado (P): é o comprimento da parte da fronteira sólida da seção do canal (fundo e paredes) em contato com líquido; a superfície livre não faz parte do perímetro molhado;
- ✓ Raio hidráulico (Rh): é a relação entre a área molhada e o perímetro molhado;
- ✓ Altura d'água ou tirante vertical (y): é a distancia vertical do ponto mais baixo da seção do canal até a superfície livre;
- ✓ Altura de topo (B): é a largura da seção do canal na superfície livre, função da forma geométrica da seção e da altura d'água;
- ✓ Declividade de fundo (I₀): é a declividade longitudinal dos canais;
- ✓ Declividade piezométrica ou declividade da linha d'água (I_a): representa o somatório das cargas de elevação (cota) e de pressão estática ($z + \frac{p}{\rho g}$);
- ✓ Declividade da linha de energia (I_f): é a variação da energia da corrente no sentido do escoamento.



- ✓ A seção transversal, o perímetro molhado e o raio hidráulico dos canais foram calculados através das equações (1), (2) e (3). Após adoção dos parâmetros geométricos, utilizou-se a equação de Manning (5) para verificar a capacidade de suporte da vazão de projeto para cada uma das diferentes geometrias a serem utilizadas.

- ✓ $A = m + z Y_o^2$ (1)

- ✓

- ✓ $P = m + 2 \cdot \sqrt{1 + z^2}$ (2)

- ✓

- ✓ $Rh = \frac{A}{P}$ (3)

- ✓ $H = Z + y + \alpha \frac{v^2}{2g}$ (4)

- ✓ $\frac{n Q}{I} = AR^{2/3}$ (5)

- ✓ Onde: $m = \frac{b}{Y_o}$ e $Z = \cot g \alpha$

Após obter uma seção tipo aproximada para a realização do dimensionamento dos canais e travessias, foi utilizado o software HEC-RAS 4.0 (*River Analysis System*), desenvolvido pelo *Hydrologic Engineering Center do U.S. Army Corps of Engineers* e de uso consagrado em modelagem de canais cujo escoamento tem características essencialmente unidimensionais.

Este software de modelagem determina o nível d'água (N.A.) e a linha de energia (L.E.) ao longo do canal através da solução da equação da energia, equação (4), também conhecida como Teorema de Bernoulli. A resolução desta equação para cada seção transversal da linha de água é executada pelo Método das Diferenças Finitas. A perda de carga contínua é avaliada através da equação de Manning (5) e pelas alterações de altura cinética provocadas pela expansão e contração das seções. Pode ser aplicado em escoamentos fluviais (subcríticos), torrenciais (supercríticos) ou mistos (em locais com declividades acentuadas o software utiliza o escoamento supercrítico e em locais com pouco declive utiliza-se o escoamento subcrítico). Para simulação dos rios em estudo neste relatório foi utilizado o escoamento misto, no qual leva em consideração o escoamento subcrítico e supercrítico, pois ao longo dos rios, devido às grandes extensões, ocorre a presença desses dois tipos de regime hidráulico. Também estão incluídos nos cálculos de simulações os ressaltos hidráulicos, remansos, escoamentos nas proximidades de pontes, aquedutos e confluências.



Os dados de entrada do programa são:

- ✓ Geometria das seções transversais e distância entre elas;
- ✓ Coeficientes de rugosidade e de perdas localizadas;
- ✓ Vazões ao longo dos trechos;
- ✓ Níveis de água à jusante (para escoamentos subcríticos).

Os rios afluentes foram simulados em conjunto com os rios principais, isto é, foi elaborado um modelo único contendo o rio principal e seus afluentes, devidamente conectados, de modo que a condição de contorno logo à montante da confluência, tanto do rio principal quanto do afluente, é dada pela linha de energia logo à jusante da confluência.

5.2 LIMITE DE JUSANTE DO PROJETO

No presente relatório, considerou-se como ponto final de trabalho o trecho onde se encontra a foz do rio ou até onde foi possível realizar o levantamento topográfico, ou seja, ao final do trecho do Ribeirão Lavapés, Água Comprida e Agudo ao qual se desejam modificar. Sendo este limite estabelecido como a seção de jusante do modelo HEC-RAS.

5.3 VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto foram definidas com base em estudo hidrológico das bacias hidrográficas seguiram as recomendações do Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do Estado de São Paulo, conforme abaixo:

- ✓ TR de 50 anos - para os canais de pedra argamassada;
- ✓ TR de 100 anos – para os canais de concreto.

As vazões já foram apresentadas no Relatório III. A combinação das vazões conduziu a um total de cinco cenários de simulações, sendo que as vazões dos Cenários 1 e 2 já constam no Relatório anterior.



5.4 COEFICIENTES DE RUGOSIDADE DE MANNING

A Tabela 5.1 mostra os valores usuais do coeficiente de Manning, de acordo com o tipo de superfície de parede, sugeridos por DAEE (2005), bem como as velocidades máximas permissíveis para alguns dos revestimentos citados.

Tabela 5.1- Coeficientes de Manning

Revestimento	n	V máx (m/s)
Terra	0,035	1,5
Rachão	0,035	--
Gabião	0,028	2,5
Pedra Argamassada	0,025	3,0
Aço corrugado	0,024	--
Concreto	0,018	4,0

As simulações para os canais existentes foram feitas utilizando os coeficientes da Tabela 5.1, ao passo que para os canais propostos obedeceram-se aos aspectos econômicos enumerados na Figura 4.3, com preferência a manter-se sempre o canal natural quando possível, e aos critérios de velocidade citados na tabela supracitada. Em alguns trechos foi necessário adequar o canal, com a redução da declividade através do emprego de degraus, a fim de não ser ultrapassada a velocidade máxima permissível para o revestimento escolhido.

Os canais foram dimensionados com inclinação de taludes de 1 para 1,5, conforme sugerido por (CHOW, 1959). Esta inclinação oferece condição de estabilidade dos taludes dos canais em relação ao tipo de solo predominante na região onde serão realizadas as obras projetadas.

5.5 RESULTADOS DO ESTUDO HIDRÁULICO

5.5.1 CENÁRIOS 1 E 2

Os perfis dos cenários 1 e 2 simulados encontram-se no Volume 2, elencados na Tabela 5.2 a seguir:



Tabela 5.2- Relação de Plantas dos Cenários 1 e 2.

Curso d'água	Planta
Ribeirão Água Clara	DRU-ECO-DGE-0100-B até 0101-B
Ribeirão Água Comprida	DRU-ECO-DGE-0110-B até 0141-B
Ribeirão do Agudo	DRU-ECO-DGE- 0150-B até 0181-B
Córrego Cidade Planejada	DRU-ECO-DGE- 0190-B até 0191-B
Córrego Itapechinga	DRU-ECO-DGE- 0200-B até 0221-B
Córrego Jardim América	DRU-ECO-DGE- 0230-B até 0241-B
Ribeirão Lavapés	DRU-ECO-DGE- 0250-B até 0311-B
Canal Anhumas	DRU-ECO-DGE- 0320-B até 0321-B
Córrego Recanto Alegre	DRU-ECO-DGE-0330-B até 0331-B
Córrego Santa Helena	DRU-ECO-DGE-0340-B até 0351-B
Ribeirão Taboão	DRU-ECO-DGE-0360-B até 0401-B
Ribeirão Toró	DRU-ECO-DGE-0410-B até 0471-B

5.5.2 CENÁRIO 3

A simulação hidráulica do Cenário 3 é apresentada no Anexo1. Observa-se uma redução significativa da vazão de algumas sub-bacias; pois estas sofreram amortecimento a montante, o que se deve a presença dos seis reservatórios propostos pela empresa SHS.

Faz-se a observação de que não houve redimensionamento da foz do Ribeirão Lavapés, no local drenado pelo rio Jaguari, em virtude de não se ter informações concretas sobre a real influência que o Rio Jaguari exerce no Ribeirão Lavapés, uma vez que a vazão e o nível da água são definidos pelas necessidades das represas do sistema de produção de água Cantareira. São necessários maiores estudos sobre esta questão a fim da proposição de medidas estruturais ou não estruturais, caso necessário.

5.5.3 CENÁRIO 4

A localização das sub-bacias do Ribeirão Lavapés, bem como o Diagrama unifilar gerado, e os reservatórios considerados encontram-se no Volume 2, cujas plantas são listadas na Tabela 5.3:

Tabela 5.3- Dados Gerais do Cenário 4.

Descrição	Planta
-----------	--------



Descrição	Planta
Sub-bacias	DRU-ECO-DGE - 0040-C
Diagrama Unifilar	DRU-ECO-DIG – 0030-C

As linhas d'água, velocidade média e vazão simuladas no software *Hec Ras* estão apresentadas no Anexo 2, enquanto os perfis são apresentados no Volume 2 e elencados na Tabela 5.4. Observa-se uma redução significativa da vazão de algumas sub-bacias quando comparado ao cenário anterior; pois as vazões foram amortecidas a montante, o que se deve a presença dos reservatórios propostos pela empresa SHS e Sanetal Engenharia e Consultoria. O córrego Santa Helena, por exemplo, tem uma redução significativa de vazão no trecho localizado na Seção 235, pois a vazão foi amortizada no reservatório situado a partir da Seção 232.

Tabela 5.4- Relação de Plantas do Cenário 4.

Curso d'água	Planta
Ribeirão Água Comprida	DRU-CAN-ARQ-0010-B até 0111-B
Ribeirão Cidade Planejada	DRU-CAN-ARQ- 0120-B até 0121-B
Córrego Itapechinga	DRU-CAN-ARQ- 0130-B até 0201-B
Córrego Jardim América	DRU-CAN-ARQ-0210-B até 0251-B
Ribeirão Lavapés	DRU-CAN-ARQ-0260-B até 0412-B
Córrego Santa Helena	DRU-CAN-ARQ- 0420-B até 0441-B
Ribeirão Taboão	DRU-CAN-ARQ-0450-B até 0551-B
Ribeirão Toró	DRU-CAN-ARQ-0560-B até 0711-B
Córrego Anhumas	DRU-CAN-ARQ-0970-B até 991-B

As configurações propostas para o Ribeirão Lavapés e seus afluentes, bem como para o Ribeirão Água Comprida, são apresentadas na sequência. As seções transversais e os materiais de revestimento foram agrupados em:

- Tipo 1: Seção Trapezoidal com Revestimento de Pedra argamassada;
- Tipo 2: Seção Retangular com Revestimento de Concreto.



5.5.3.1 RIBEIRÃO LAVAPÉS

Tabela 5.5- Configurações propostas para o trecho principal do Ribeirão Lavapés.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
239	241	873.3	3	10	2	0.0078	1
243	247	868.836	10	10	2.5	0.0045	2
247	214	404.167	14	14	3	0.0032	2
214	177	2608.39	14	14	2.5	0.0030	2
177	170	618.285	16	16	2.5	0.0031	2
170	82-A	1480.8	23	23	3	0.0030	2
82-A	59	1744.84	22	22	3	0.0030	2
59	Final	1965.45	22	22	3	0.0030	2

5.5.3.2 AFLUENTES DO RIBEIRÃO LAVAPÉS

- Cidade Planejada

Tabela 5.6- Configurações propostas para o córrego Cidade Planejada.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
7A	10	132.941	3	9	2	0,0050	1

- Jardim América

Tabela 5.7- Configurações propostas para o córrego Jardim América.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
188	1º Degrau	173.81	2.5	8.5	2	0.009	188
1º Degrau	2º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	1º Degrau
2º Degrau	3º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	2º Degrau
3º Degrau	4º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	3º Degrau
4º Degrau	189	32.86	2.5	8.5	2	0.009	4º Degrau
189	1º Degrau	53.96	2.5	8.5	2	0.009	189
1º Degrau	2º Degrau	86.8	2.5	8.5	2	0.009	1º Degrau
2º Degrau	3º Degrau	69.12	2.5	8.5	2	0.009	2º Degrau
3º Degrau	4º Degrau	69.12	2.5	8.5	2	0.009	3º Degrau
4º Degrau	190	32.82	2.5	8.5	2	0.009	4º Degrau
191	Junção	483.190	2.5	8.5	2	0.006	191

OBS: Considerando o R9

Tabela 5.8- Configurações propostas para o afluente do Jardim América.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
474	475	126.140	1.5	6	1.5	0.048	1
475	476	102.309	1.5	6	1.5	0.029	1
476	Reservatório	67.697	1.5	6	1.5	0.02	1



- **Santa Helena**

Tabela 5.9- Configurações propostas para o córrego Santa Helena.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
219	Entrada R10	104.36	2	10	2.5	0.0011	1
Entrada R10	Saída R10	217.84	Reservatório			0.0011	--
Saída R10	Entrada R11	78.57	2	9.5	2.5	0.0011	1
Entrada R11	Saída R11	85.67	Reservatório			0.017	--
Saída R11	223	53.3	4	4	2.5	0.0013	2
223	232	768.67	2	9.5	2.5	0.0033	1
234-A	235-A	41.6	4 ¹	4	2	0.01	2
235-A	Junção	391.84	3	3	2	0.0093	2

OBS: Considerando os R7, R10 e R11

- **Taboão**

Tabela 5.10- Configurações propostas para o Ribeirão Taboão.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
338	340	245.666	1.5	7.5	2	0.0030	1
340	345	860	2.5	8.5	2	0.0070	1
345	346	286	2.5	8.5	2	0.0105	1
346	351	534.35	2.5	8.5	2	0.0070	1
351	354	231.85	10	14.5	1.5	0.0050	1
354	360	576.330	12	18	2	0.0040	1
360	362	236.79	5	12.5	2.5	0.0065	1

Tabela 5.11- Configurações propostas para o afluente Montante do Ribeirão Taboão.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
303	304	88.007	1	5.5	1.5	0.0700	1
304	304-A	50.000	1	4	1	0.1050	1
304-A	305-B	684.017	0.5	5	1.5	0.0350	1
305-B	305-A	19.001	2	10.5	3	0.0450	1
305-A	Junção	183.570	4.5	12	2.5	0.0085	1

Tabela 5.12- Configurações propostas para o afluente Jusante do Ribeirão Taboão.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
Junção	313	541.39	10	14.5	1.5	0.0075	1

¹ Retangular Aduela dupla 2.0 x 2.0 m



313	Junção	917.413	8	14	2	0.0040	1
-----	--------	---------	---	----	---	--------	---

- **Toró**

Tabela 5.13- Configurações propostas para o Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I m/m	Tipo (1- 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
84	103- Entrada R8	1733.45	Natural não modificado			0.0055	--
103 - Entrada R8	Saída R8 (Entrada Canal Dissipador	373.86	Reservatório			0.0033	--
Saída R8 (Entrada Canal Dissipador	Saída - Canal Dissipador	30	11	18.5	2.5	0.0031	1
Saída - Canal Dissipador	120	1054.47	11	18.5	2.5	0.0027	1
120	Entrada R12	429.8	11	18.5	2.5	0.0027	1
Entrada R12	Saída R12	800	Reservatório			0.0027	--
Saída R12	140-S - Exutória	669.117	11	18.5	2.5	0.0027	1

Tabela 5.14- Configurações propostas para a entrada do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
460 A	460	891.32	12	21	2.5	0.000174	1

Tabela 5.15- Configurações propostas para a saída do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
Saída Moinhos	1º Degrau	6.48	20	20	2	0.18	2
1º Degrau	2º Degrau	5.73	20	20	2	0.21	2
2º Degrau	3º Degrau	3.5	20	20	2	0.21	2
3º Degrau (Início Dissipador)	Final Dissipad or	4.25	15	15	2	0	2
Final Dissipador	154	1141.68	11	18.5	2.5	0.003	1
154	Junção	33	11	18.5	2.5	0	1

Tabela 5.16- Configurações propostas para o rio Afluente, ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
440	1º Degrau	482.580	8	11	1	0.0110	1
1º Degrau	2º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1
2º Degrau	3º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1



3º Degrau	4º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1
4º Degrau	5º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1
5º Degrau	6º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1
6º Degrau	7º Degrau	36.60	8	11	1	0.0110	1
7º Degrau	443	36.60	8	11	1	0.0110	1
443	444	190.340	8	11	1	0.018	1
444	449	607.17	8	11.5	1.5	0.0110	1
449	451	307	8	11.5	1.5	0.1000	1
451	453-A	288.3	8	12.5	1.5	0.0060	1
453-A	454	42.4	8	12.5	1.5	0.0030	1
454	459-S	372.88	18.5	26	2.5	0.0030	1

Tabela 5.17- Configurações propostas para o rio Afluentes II, ribeirão Toró.

Seção		Extensão	Seção Calha (m)			I	Tipo
Montante	Jusante	(m)	Base Menor	Base Maior	Altura	(m/m)	(1 ou 2)
417	1º Degrau	90.310	5	11	2	0.0047	1
1º Degrau	2º Degrau	27.30	5	11	2	0.0047	1
2º Degrau	429	308.55	5	11	2	0.0047	1
429	1º Degrau	128.510	5	11	2	0.0047	1
1º Degrau	2º Degrau	87.030	5	11	2	0.0047	1
2º Degrau	3º Degrau	91.120	5	11	2	0.0047	1
3º Degrau	434	166.790	5	11	2	0.0047	1
434	437	373.76	6.5	12.5	2	0.0047	1
437	Seção Junção	283.951	10	15	2	0.0047	1

- Itapechinga

Tabela 5.18- Configurações propostas para o Itapechinga.

Seção		Extensão	Seção Calha (m)			I	Tipo
Montante	Jusante	(m)	Base Menor	Base Maior	Altura	(m/m)	(1 ou 2)
264	260-A	1692.7	10	16	2	0.0060	1
260-A	260	84.26	12	18	2	0,004	1
260	258-A	408,522	12	19,5	2,5	0,004	1
258-A	256	261,531	12	19,5	2,5	0,0020	1
256	252	649,153	10	17.5	2.5	0,0038	1
252	214-A	124,72	10	10	2.5	0,0038	2

Tabela 5.19- Configurações propostas para o afluentes Itapechinga.

Seção		Extensão	Seção Calha (m)			I	Tipo
Montante	Jusante	(m)	Base Menor	Base Maior	Altura	(m/m)	(1 ou 2)
267	Junção	1025.12	4	10	2	0.009	1

- Anhumas

Tabela 5.20- Configurações propostas para córrego Anhumas.

Seção		Extensão	Seção Calha (m)			I	Tipo
Montante	Jusante	(m)	Base Menor	Base Maior	Altura	(m/m)	(1 ou 2)
465	468	915.388	3	3	2	0.013	2



468	Junção	228.697	3	3	2	0.013	2
-----	--------	---------	---	---	---	-------	---

5.5.3.3 RIBEIRÃO ÁGUA COMPRIDA

Tabela 5.21- Configurações propostas para o ribeirão Água Comprida.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		I (m/m)	Tipo (1 ou 2)	
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
397-A	397-B	15.629	7.5	13.5	2	0.016	1
397-B	397	76.808	7.5	13.5	2	0.0075	1
397	398	753.451	7.5	13.5	2	0.015	1
398	400	624.267	12.5	17	1.5	0.0050	1
400	404	331.487	12.5	17	1.5	0.0073	1
404	405	103.694	12.5	17	1.5	0.002	1
405	406	11.577	12.5	17	1.5	0.0054	1
406	407	105.144	12.5	17	1.5	0.0095	1
407	408	402.898	15	21	2	0.0025	1
408	409	157.35	15	21	2	0.015	1
409	411	767.287	17.5	23.5	2	0.0025	1
411	415-A	2597.366	17.5	25	2.5	0.0025	1
415-A	415-B	8.65	17.5	25	2.5	0.046	1
415-B	Exutória	499.745	17.5	25	2.5	0.0010	1

5.5.3.4 RESERVATÓRIOS PROPOSTOS

Na sequência descrevem-se os reservatórios projetados no presente projeto.

5.5.3.4.1 Córrego Jardim América

Com o software *ArcGis 9.3* calculou-se o volume de água para cada cota.do Reservatório 9 (Tabela 5.22), representado pela Figura 5.3.

Tabela 5.22 – Cota x Volume do Reservatório 9

Cota (m)	Volume (m³)
810	0.00
810.5	577.60
811	2.123.83
811.5	10.401.11
812	22.348.38
812.5	38.517.12

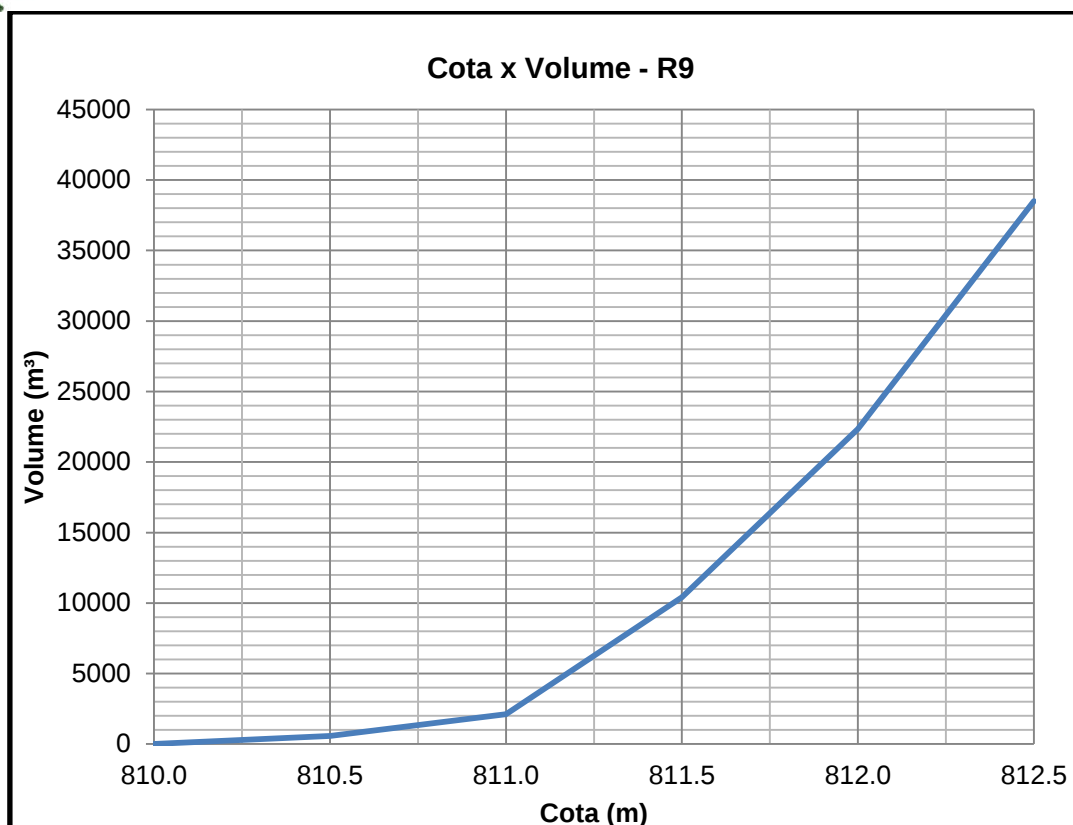


Figura 5.3 - Curva Cota-Volume do Reservatório 9 (R9).

Tabela 5.23- Características Físicas do Reservatório 9

Cota de crista da barragem(m)	Cota da Lâmina d'água inicial (m)	Cota de Fundo do Reservatório (m)
813.0	810.0	810.0

Tabela 5.24- Características da descarga de fundo do Reservatório 9

Unidades	b x h (m)	Comprimento (m)
1	0.8 x 0.8	15

Tabela 5.25- Características dos vertedores do Reservatório 9

Tipo Vertedor	Largura (m)	Cota do Vertedor (m)	Altura do Vertedor
Soleira Livre	21	811.8	1.8
Soleira Afogada	0.80	810	0.80

A inserção dos reservatórios baixa consideravelmente a linha d'água, conforme é possível visualizar nas Figura 5.4 e Figura 5.5 que comparam a vazão em todos os cenários.

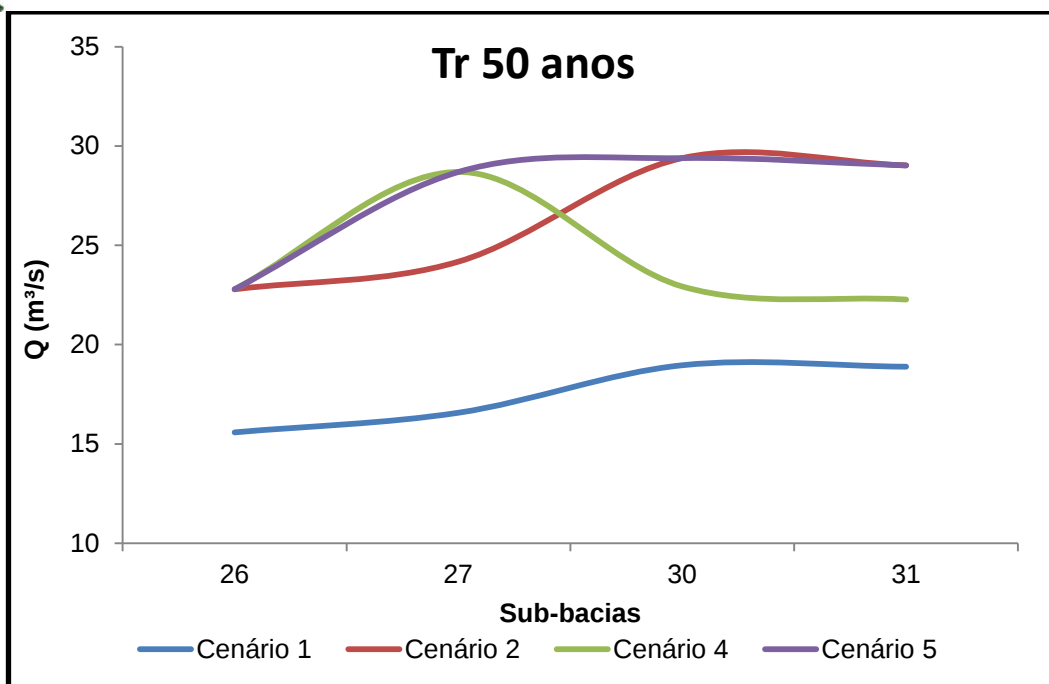


Figura 5.4 – Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Jardim América.

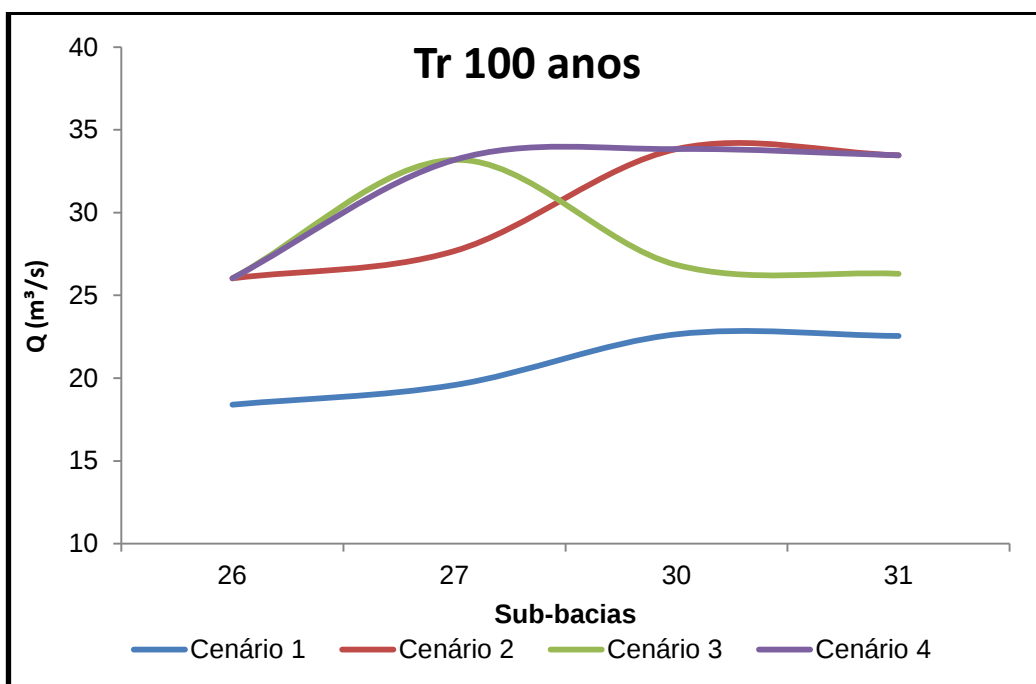


Figura 5.5 – Comparação entre as vazões para Tr 100 anos do Jardim América.

5.5.3.4.2 Córrego Santa Helena



Com o software *ArcGis* 9.3 calculou-se o volume de água as cotas dos Reservatórios 7, 10 e 11 (Tabela 5.26 -Tabela 5.28). Redimensionou-se o vertedor do Reservatório Taboão, descrito na sequência com os demais reservatórios.

Tabela 5.26 – Cota x Volume do Reservatório 7

Cota (m)	Volume (m³)
828	0.00
828.5	549.12
829	2.108.61
829.5	10.822.73
830	21.639.90
830.5	39.069.06
831	58.823.70

Tabela 5.27 – Cota x Volume do Reservatório 10

Cota (m)	Volume (m³)
823.5	0
824	2018
824.5	4166
825	6446
825.5	8861
826	11412
826.5	14209
827	17324

Tabela 5.28 – Cota x Volume do Reservatório 11

Cota (m)	Volume (m³)
821.5	0
822	3548
822.5	7246
823	11095
823.5	15098
824	19255

Tabela 5.29 – Cota x Volume do Reservatório Taboão

Cota (m)	Volume (m³)
815	0.00
815.5	1.318.86
816	7.449.21



Cota (m)	Volume (m ³)
816.5	21.429.61
817	44.202.75
817.5	74.355.14
818	109.723.78
818.5	149.376.43
819	194.410.37

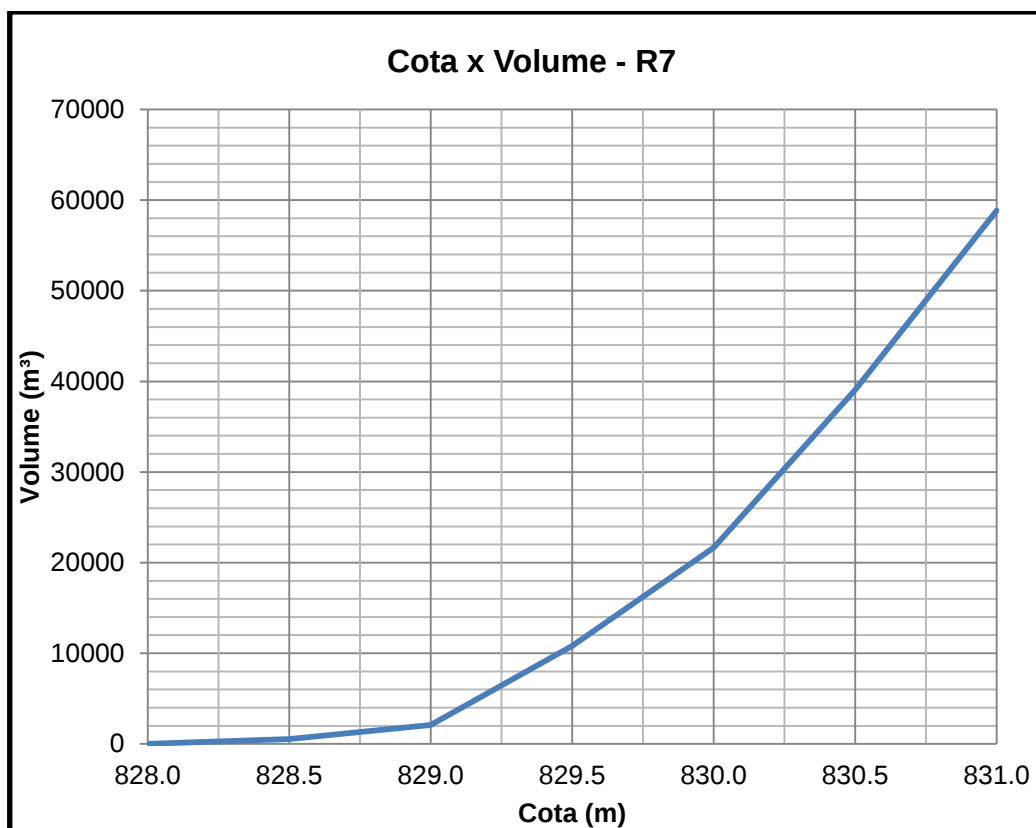


Figura 5.6 - Curva Cota-Volume do Reservatório 7 (R7).

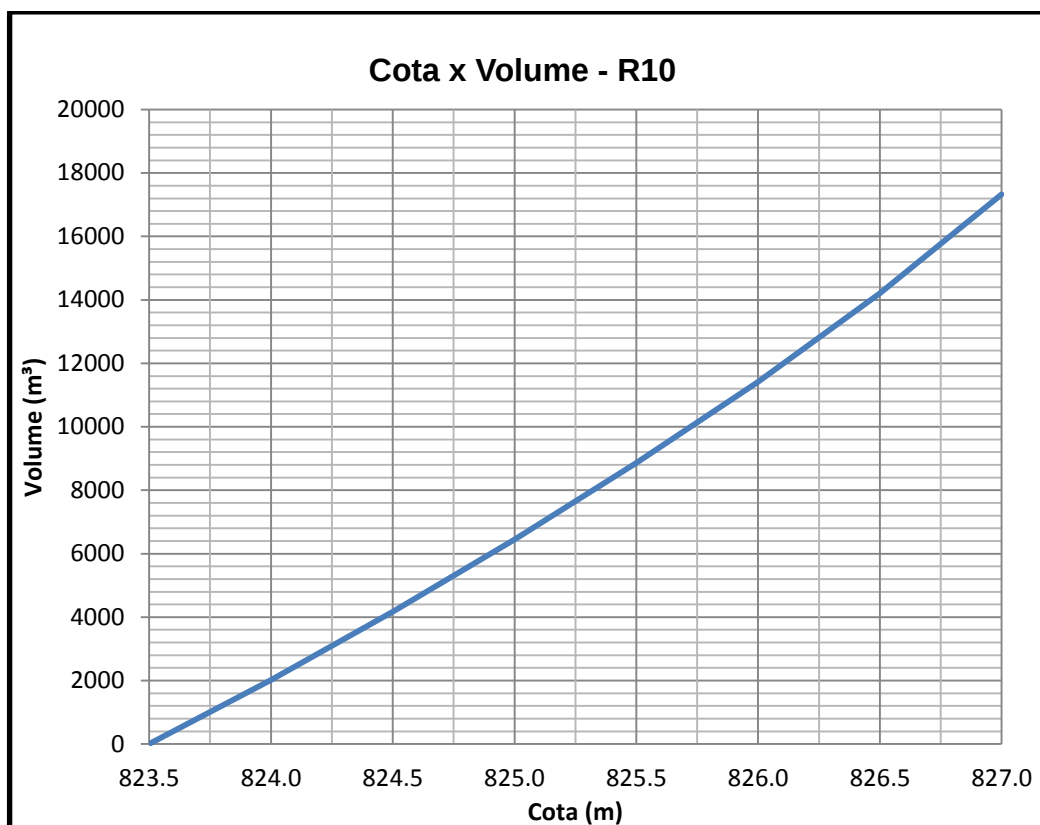


Figura 5.7 - Curva Cota-Volume do Reservatório 10 (R10).

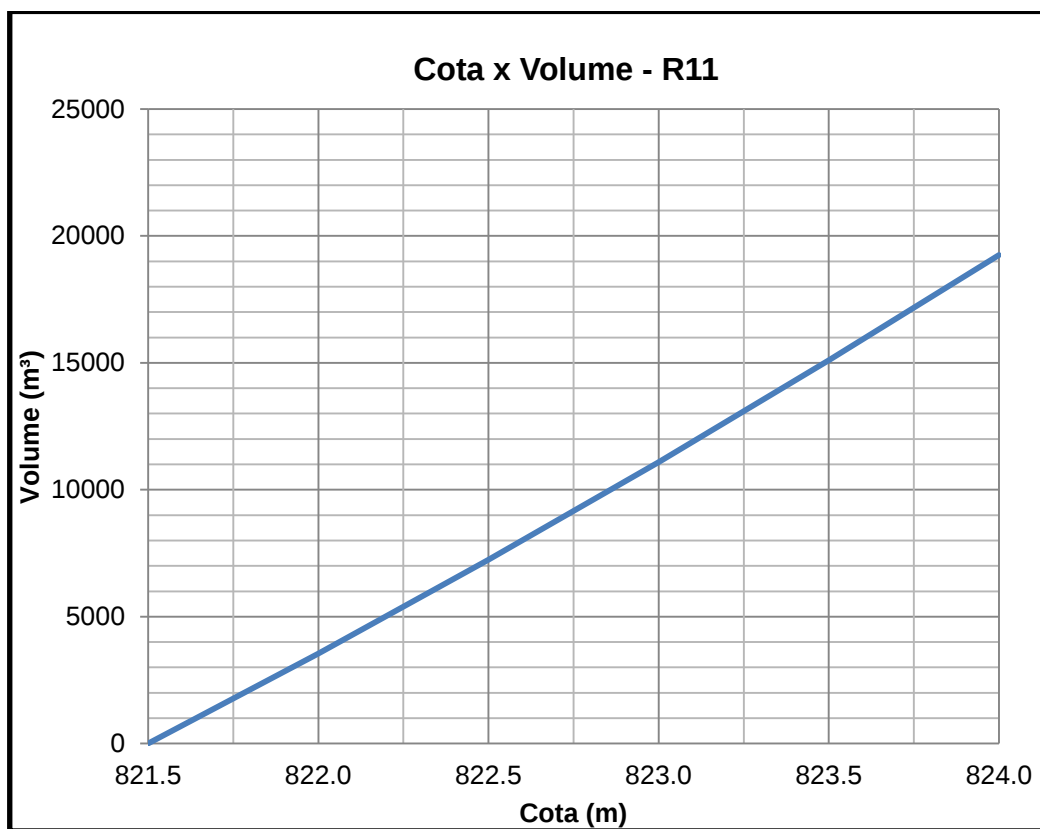


Figura 5.8 - Curva Cota-Volume do Reservatório 11 (R11).

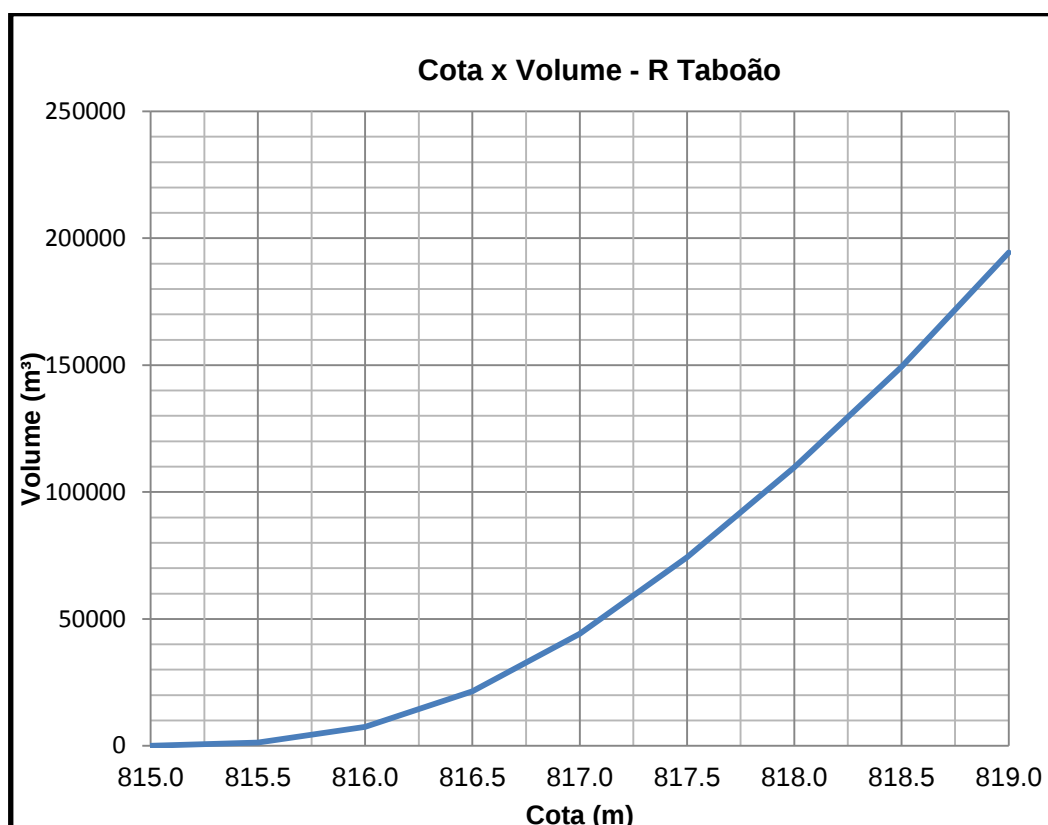


Figura 5.9 - Curva Cota-Volume do Reservatório Taboão.

Tabela 5.30: Características Físicas dos Reservatórios R7, R10, R11 e Taboão

Reservatório	Cota de crista da barragem(m)	Cota da Lâmina d'água inicial (m)	Cota de Fundo do Reservatório (m)
7	832.0	828.0	828.0
10	8280	823.5	823.5
11	824.0	821.5	821.5
Taboão	819.5	815.0	815.0

Tabela 5.31- Características da descarga de fundo dos Reservatórios 7, 10, 11 e Taboão

Reservatório	Unidades	b x h (m)	Comprimento (m)
7	1	1 x 1	37
10	1	1 x 0.5	41
11	1	1 x 1	53
Taboão	1	1 x 1	41

Tabela 5.32- Características do vertedouro dos Reservatórios R7, R10, R11 e Taboão

Reservatório	Tipo Vertedor	Largura (m)	Altura do Vertedor
--------------	---------------	-------------	--------------------



Reservatório	Tipo Vertedor	Largura (m)	Altura do Vertedor
7	Soleira Livre	15	1
	Soleira Afogada	1	2.5
10	Soleira Livre	15	0.5
	Soleira Afogada	1	2.5
11	Soleira Livre	20	1
	Soleira Afogada	1	1
Taboão	Soleira Livre	10	1
	Soleira Afogada	1	3.2

A inserção dos reservatórios propostos baixa consideravelmente a linha d'água, conforme é possível visualizar na Figura 5.10 e Figura 5.11 que comparam as vazões em todos os cenários.

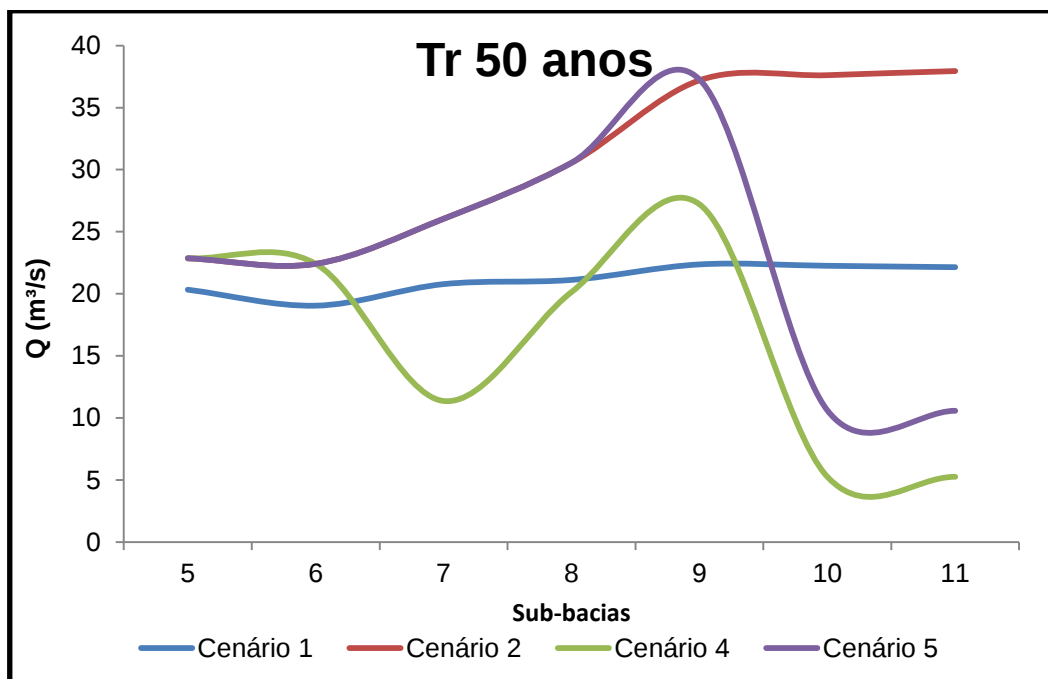


Figura 5.10: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Córrego Santa Helena.

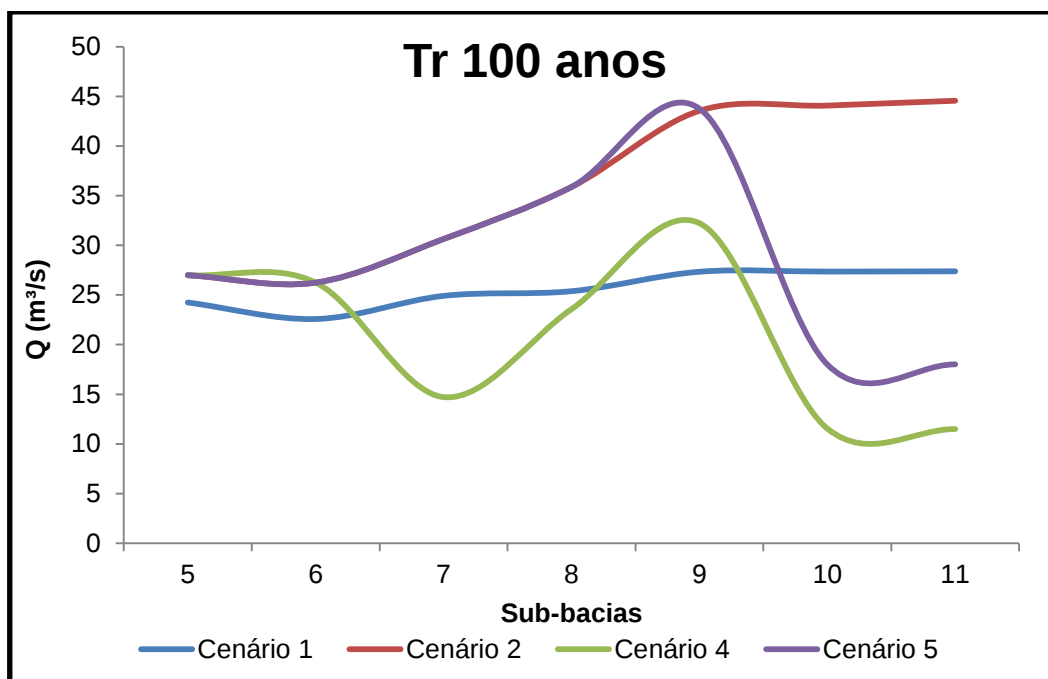


Figura 5.11: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Córrego Santa Helena.

5.5.3.4.3 Ribeirão Toró

Com o software *ArcGis* 9.3 calculou-se o volume de água para cada cota dos Reservatório 8 e 12 (Tabela 5.33 e Tabela 5.34). Redimensionou-se o vertedor do Reservatório Moinhos, descrito na sequência com os demais reservatórios.

Tabela 5.33 – Cota x Volume do Reservatório 8

Cota (m)	Volume (m³)
810	0
810.5	13553.1319
811	27445.74572
811.5	41678.73043
812	56252.97501
812.5	71169.36841
813	86428.79962
813.5	102032.1576
814	117980.3313



Tabela 5.34 – Cota x Volume do Reservatório 12

Cota (m)	Volume (m³)
803.5	0
804	33349.84
804.5	67471.86
805	102368.13
805.5	138040.72
806	174491.72
806.5	211723.21
807	249737.26

Tabela 5.35 – Cota x Volume do Reservatório Moinhos

Cota (m)	Volume (m³)
801.39	0.00
801.89	1.043.63
802.39	8.572.74
802.89	27.810.40
803.39	66.010.50
803.89	124.307.72
804	140.111.91

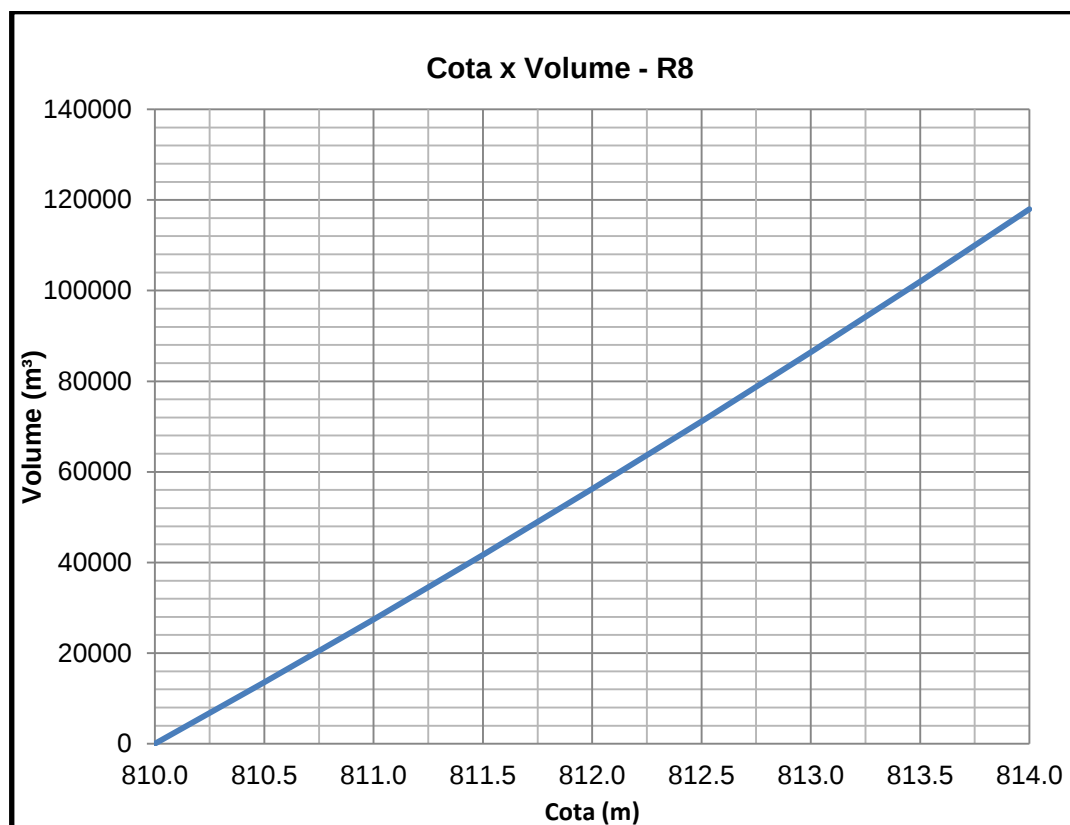


Figura 5.12 - Curva Cota-Volume do Reservatório 8.

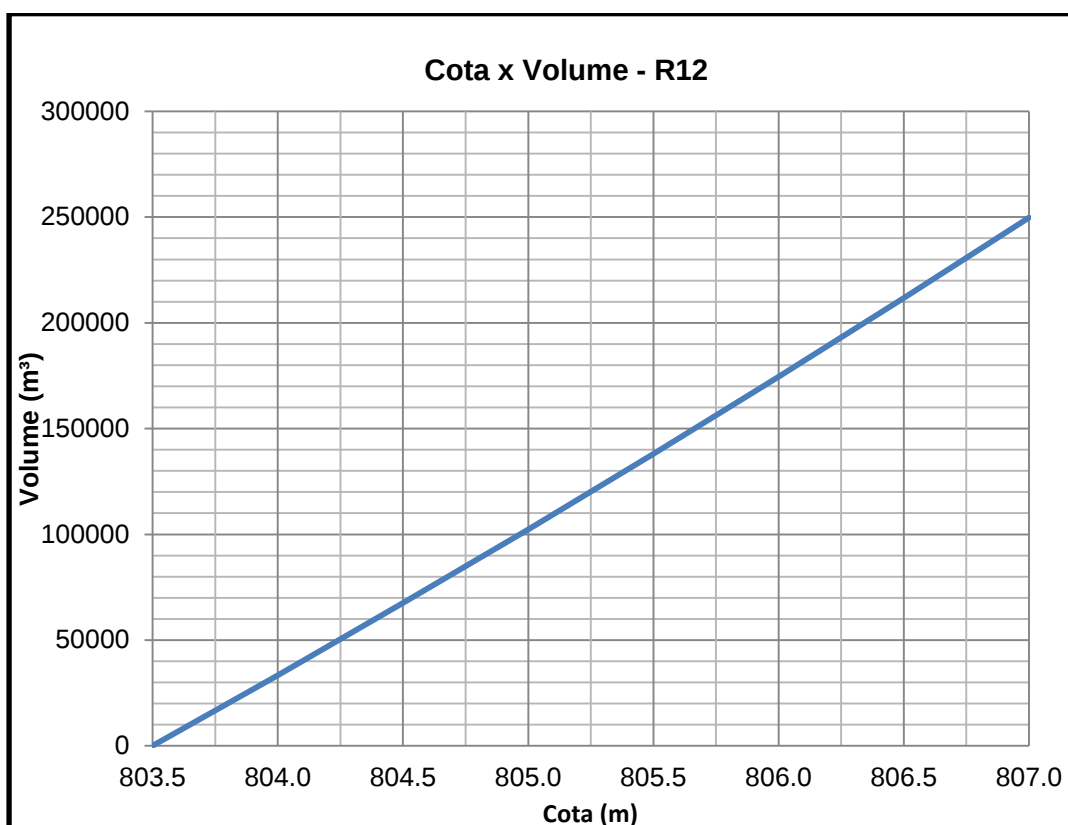


Figura 5.13 - Curva Cota-Volume do Reservatório 12.

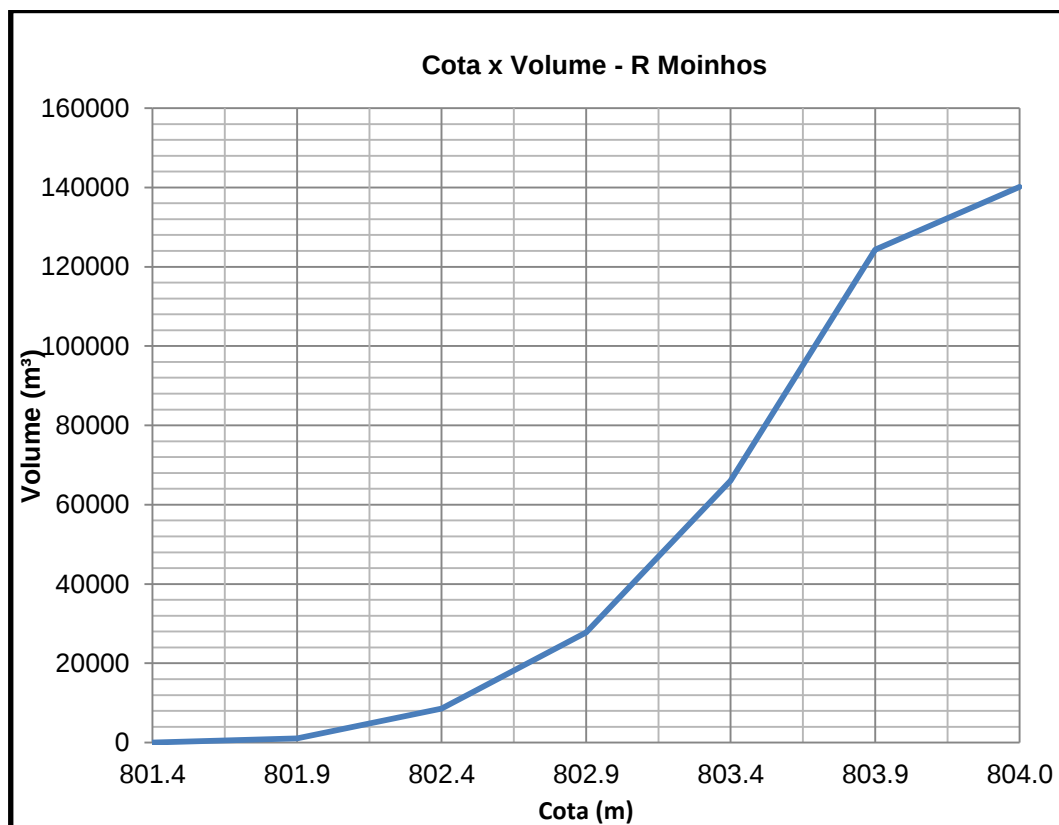


Figura 5.14 - Curva Cota-Volume do Reservatório Moinhos.



Tabela 5.36: Características Físicas dos Reservatórios 8, 12 e Moinhos

Reservatório	Cota de crista da barragem(m)	Cota da Lâmina d'água inicial (m)	Cota de Fundo do Reservatório (m)
8	815	810	810
12	808	803.5	803.5
Moinhos	804.5	801.39	801.39

Tabela 5.37- Características da descarga de fundo dos Reservatórios 8 e 12

Reservatório	Unidades	b x h (m)	Comprimento (m)
8	1	1 x 1	20
12		1 x 1	36

Tabela 5.38- Características do vertedouro dos Reservatórios 8, 12 e Moinhos

Reservatório	Tipo Vertedor	Largura (m)	Altura do Vertedor
8	Soleira Livre	20	1-
	Soleira Afogada	1	2.5
12	Soleira Livre	30	1-
	Soleira Afogada	1	2
Moinhos	Soleira Livre	15	--

A inserção dos reservatórios propostos baixa consideravelmente a linha d'água, conforme é possível visualizar na Figura 5.15 e Figura 5.16 que comparam as vazões em todos os cenários.

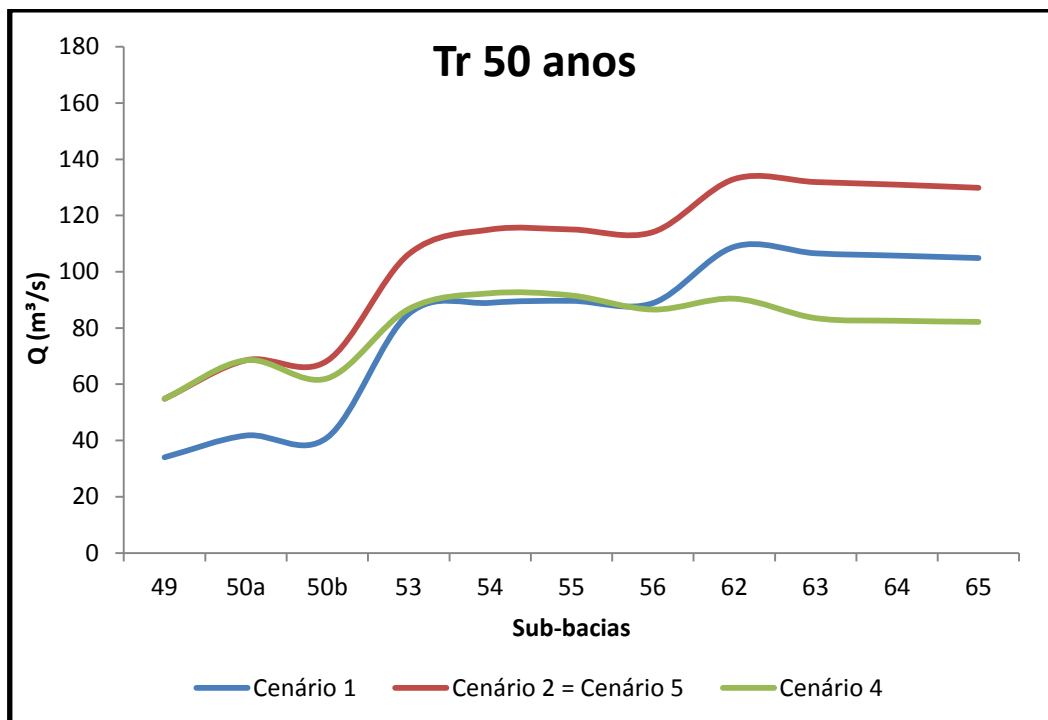


Figura 5.15: Comparação entre as vazões para Tr 50 anos do Ribeirão Toró.

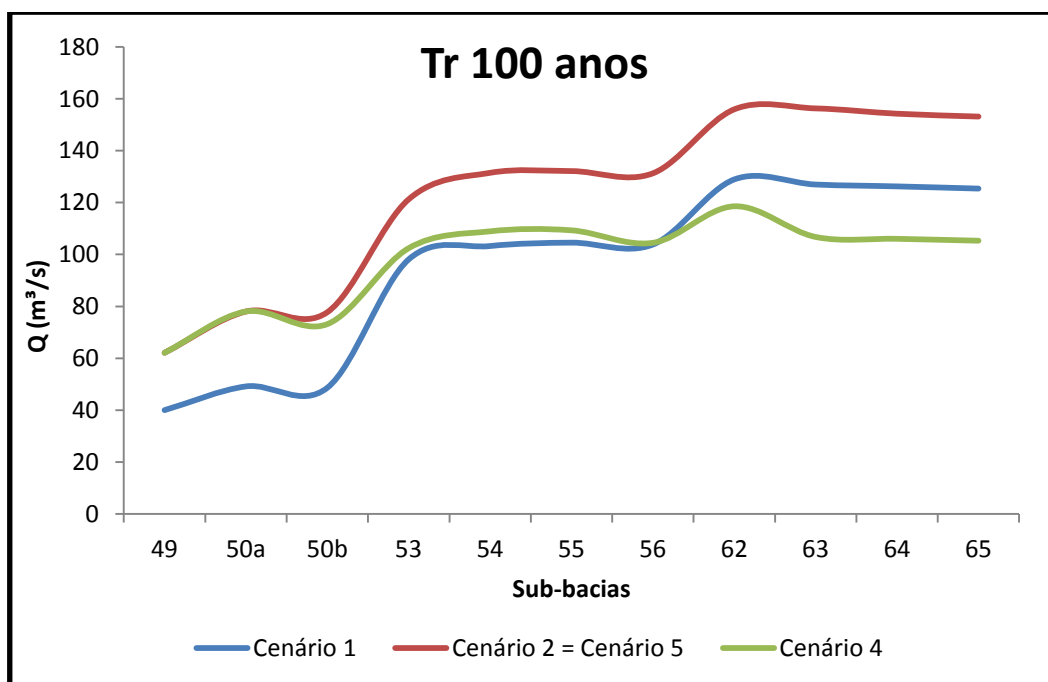


Figura 5.16: Comparação entre as vazões para Tr 100 anos do Ribeirão Toró.

A seguir (Tabela 5.39 a Tabela 5.42), constam os dados da escada hidráulica dimensionada para o Ribeirão Toró, utilizada para diminuir a velocidade da água, evitando assim a erosão do canal.



Tabela 5.39 - Dados de Campo

Dados de Campo		
Q	106.74	m ³ /s
DØ	15.00	m
Diferença de altura	3.14	m
Comprimento	15.00	m

Tabela 5.40 - Dados da Escada Hidráulica

Escada Hidráulica		
Largura da escada	20.00	m
Canal de Transição	0.37	m
dc↑	1.43	m
dc↓	0.45	m
Altura Degrau	1.20	m
Nº de Degraus	2.62	
Comp. Degrau	5.73	m
Alt. da parede da escada	2.00	m

Tabela 5.41 - Dissipador de Energia

Dissipador de Energia		
Altura do Ressalto (y ₂)	1.68	m
Froude	1.30	adm.
Valor Adotad.	3.75	adm.
Comprimento	6.30	m
Altura	2.98	m

Tabela 5.42 - Comprimento total

Comprimento Total		
Comprimento sem Rip-rap	21.67	m
Ângulo	11°49'23"	

5.5.4 CENÁRIO 5

A localização das sub-bacias do Ribeirão Lavapés, bem como o Diagrama unifilar gerado, encontram-se no Volume 2, cujas plantas são listadas na Tabela 5.43:

Tabela 5.43- Dados Gerais do Cenário 5.

Descrição	Planta
Sub-bacias	DRU-ECO-DGE-0480-A
Diagrama Unifilar	DRU-ECO-DIG- 0050-A



As linhas d'água, velocidade média e vazão simuladas no software *Hec Ras* estão apresentadas no Anexo 3, enquanto os perfis são apresentados no Volume 2, elencados na Tabela 5.44.

Tabela 5.44- Relação de Plantas do Cenário 5.

Curso d'água	Planta
Córrego Jardim América	DRU-CAN-ARQ-0720-B até 0761-B
Ribeirão Lavapés	DRU-CAN-ARQ-0770-B até 0922-B
Córrego Santa Helena	DRU-CAN-ARQ- 0930-B até 0961-B
Ribeirão Toró	DRU-CAN-ARQ-1000-B até 1151-B

Ressalta-se que os demais rios não listados permanecem inalterados no cenário 5, quando comparados ao cenário 4, já que os reservatórios propostos atêm-se aos rios supracitados. A exemplo do cenário anterior, as seções transversais e os materiais de revestimento para o Cenário 5 foram agrupados em:

- Tipo 1: Seção Trapezoidal com Revestimento de Pedra argamassada;
- Tipo 2: Seção Retangular com Revestimento de Concreto.

5.5.4.1 RIBEIRÃO LAVAPÉS

Considerando-se as medidas estruturais de modificações na calha propostas pelo presente projeto, sem o uso de reservatórios, o trecho principal do Ribeirão Lavapés permanece igual ao Cenário 4.

Tabela 5.45- Configurações propostas para o trecho principal do Ribeirão Lavapés- Cenário 5.

Seção		Extensão	Seção Calha (m)			I	Tipo
Montante	Jusante	(m)	Base Menor	Base Maior	Altura	(m/m)	(1 ou 2)
239	241	873.3	3	10	2	0.0078	1
243	247	868.836	10	10	2.5	0.0045	2
247	214	404.167	14	14	3	0.0032	2
214	177	2608.39	14	14	2.5	0.0030	2
177	170	618.285	16	16	2.5	0.0031	2
170	82-A	1480.8	23	23	3	0.0030	2
82-A	59	1744.84	22	22	3	0.0030	2
59	Final	1965.45	22	22	3	0.0030	2

5.5.4.2 JARDIM AMÉRICA

O córrego Jardim América sofre alterações, quando comparado ao Cenário 4, a partir da Seção 478, encontro entre a Montante e a Jusante deste rio.



Tabela 5.46- Configurações propostas para o córrego Jardim América- Cenário 5.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
188	1º Degrau	173.81	2.5	8.5	2	0.009	1
1º Degrau	2º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	1
2º Degrau	3º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	1
3º Degrau	4º Degrau	86.93	2.5	8.5	2	0.009	1
4º Degrau	189	32.86	2.5	8.5	2	0.009	1
189	1º Degrau	53.96	2.5	8.5	2	0.009	1
1º Degrau	2º Degrau	86.8	2.5	8.5	2	0.009	1
2º Degrau	3º Degrau	69.12	2.5	8.5	2	0.009	1
3º Degrau	4º Degrau	69.12	2.5	8.5	2	0.009	1

Tabela 5.47- Configurações propostas para o afluente do Jardim América.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
474	475	126.140	1.5	6	1.5	0.048	1
475	476	102.309	1.5	6	1.5	0.029	1
476	478	203.090	1.5	6	1.5	0.02	1

5.5.4.3 SANTA HELENA

No córrego Santa Helena, sem os reservatórios propostos no cenário 4, as seções aumentam no Cenário 5, conforme se visualiza na Tabela 5.48.

Tabela 5.48- Configurações propostas para o córrego Santa Helena.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)			I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior	Altura		
219	223-A	498.255	4	11.5	2.5	0.035	1
223-A	224	147.149	4	11.5	2.5	0.035	1
224	233	804.046	4	11.5	2.5	0.0030	1
235	248-A	383.143	5	5	2	0.0035	2



5.5.4.4 TORÓ

Tabela 5.49- Configurações propostas para o Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
84	87	236.58	8	14	2	0.0055	1
87	104	1589.92	9	15	2	0.0055	1
104	107	214.71	9	16.5	2.5	0.0027	1
107	115	664.83	14.5	22	2.5	0.0027	1
115	120	485.75	15.5	23	2.5	0.0027	1
120	131	1218.32	15.5	23	2.5	0.0027	1
131	140-S	680.62	18.5	26	2.5	0.0027	1

Tabela 5.50- Configurações propostas para a entrada do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
460 A	460	155.38	17.5	26.5	3	0.000998	1

Tabela 5.51- Configurações propostas para a saída do Reservatório Moinhos, Ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
141	146	374.48	17.5	25	2.5	0.0030	1
146	149	324.38	15.5	25	3	0.0030	1
149	82	496.57	10	19	3	0.0030	1

Tabela 5.52- Configurações propostas para o rio Afluente, ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
440	444	482.58	8	11	1	0.028	1
444	451	925.189	8	11.5	1.5	0.0106	1
451	453-A	288.300	8	12.5	1.5	0.0060	1
453-A	459-S	546.18	18.5	26	2.5	0.0030	1

Tabela 5.53- Configurações propostas para o rio Afluente II, ribeirão Toró.

Seção		Extensão (m)	Seção Calha (m)		Altura	I (m/m)	Tipo (1 ou 2)
Montante	Jusante		Base Menor	Base Maior			
417	434	899.196	5	11	2	0.0100	1
434	437	373.76	6.5	12.5	2	0.0047	1
437	Junção	283.951	10	15	2	0.0047	1



6 ÁREA DE INFLUÊNCIA

Devem ser realizadas a identificação e o cadastro das propriedades atingidas pelo presente projeto. A realocação dos imóveis interferentes é essencial para dar início às obras, uma vez que será nessa área onde ocorrerá movimentação dos maquinários necessários para realização das obras.

Ao longo do percurso do curso d'água a ser modificado serão interceptados lotes vazios e residências que poderão ser removidas. Entretanto, para que tal ação possa ser executada, deve-se elaborar um plano de desapropriação integrado, a ser elaborado em conjunto com as entidades e proprietários envolvidos.

Ressalta-se, com base no que menciona a Lei nº 4.771/65, que as edificações podem ser desapropriadas futuramente, haja vista estarem situadas em área de preservação permanente.

Para a desapropriação foram considerados, para as áreas mais urbanizadas, dois metros a partir das margens dos rios pertencentes a este projeto. Para as áreas menos urbanizadas considerou-se uma maior área de parque linear. Os critérios dos parques lineares estão descritos com maior detalhamento no item 7.7.

Desta forma, identificou as seguintes edificações para os Cenários 4 e 5:

- **CENÁRIO 4**

Tabela 6.1- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 4.

Canal	Número de edificações	Edificações (m²)
Água Comprida	0	0.00
Cidade planejada	0	0.00
Itapechinga	4	107.10
Jardim América	9	1196.60
Lavapés	57	17930.79
Santa Helena	4	243.41
Taboão	4	299.16
Toró	75	7897.09
Anhumas	31	4363.60



Observa-se que o Ribeirão Toró é o curso d'água que requer o maior número de desapropriações, haja vista ser o maior rio da bacia, perdendo em extensão, apenas pelo Ribeirão Lavapés. O córrego Anhumas e o Ribeirão Lavapés também requerem um alto número de desapropriações, em virtude de estarem localizados sob a cidade. Os reassentamentos necessários para as desapropriações encontram-se no Volume 2 que acompanha este Relatório, e estão elencados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2- Reassentamentos e Planta Baixa do Cenário 4.

Curso d'água	Planta
Ribeirão Água Comprida	DRU-CAN-DGE-0010-B até 0110-B
Cidade Planejada	DRU-CAN-DGE-0660-B até 670-B
Córrego Itapechinga	DRU-CAN-DGE-0680-B até 0740-B
Jardim América	DRU-CAN-DGE-0750-B até 0790-B
Ribeirão Lavapés	DRU-CAN-DGE- 0120-B até 320-B
Córrego Santa Helena	DRU-CAN-DGE- 0330-B até 380-B
Ribeirão Taboão	DRU-CAN-DGE-0390-B até 490-B
Ribeirão Toró	DRU-CAN-DGE-0500-B até 650-B
Córrego Anhumas	DRU-CAN-DGE-910-B até 940-B

- **CENÁRIO 5**

Tabela 6.3- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 5.

Canal	Número de edificações	Edificações (m²)
Jardim América	9	1196.60
Lavapés	57	17930.79
Santa Helena	7	1236.06
Toró	30	1926.88

Observa-se que as desapropriações para o Ribeirão Lavapés e o Jardim América permaneceram iguais, ao passo que o Córrego Santa Helena teve um leve aumento.

Os reassentamentos necessários para as desapropriações encontram-se no Volume 2 que acompanha este Relatório, e estão elencados na Tabela 6.4.

Tabela 6.4- Reassentamentos e Planta Baixa do Cenário 5.

Curso d'água	Planta
---------------------	---------------



Curso d'água	Planta
Córrego Santa Helena	DRU-CAN-DGE-0800-B até 0850-B
Jardim América	DRU-CAN-DGE-0860-B até 0900-B
Ribeirão Toró	DRU-CAN-DGE-0950-B até 2100-B



7 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais, aplicadas em conjunto com as anteriores ou isoladamente, podem minimizar de forma significativa os prejuízos a custos mais baixos e com horizontes mais longos de atuação, quando comparadas com as medidas estruturais (CANHOLI, 2005). A seguir, descrevem-se as principais medidas não estruturais para prevenção de inundações.

7.1 DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS

O Plano Diretor de Bragança Paulista prevê, como diretrizes, a preservação, proteção, recuperação e limpeza permanente dos lagos urbanos, especialmente os do Taboão, do Tanque do Moinho, da Hípica Jaguari e do Jardim São Miguel, providenciando o funcionamento de suas comportas regularizadoras das vazões dos ribeirões de jusante, evitando-se enchentes e permitindo descargas de lavagem tanto dos ribeirões como dos próprios lagos.

Assim, para a delimitação de áreas essenciais a receberem as medidas de controle propostas, utiliza-se a Lei Federal nº 4.771/65 (Código Florestal) que em seu Art.2º considera áreas de preservação permanente (APP):

- a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1. De 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2. De 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura.
 - 3. De 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4. De 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - 5. De 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;



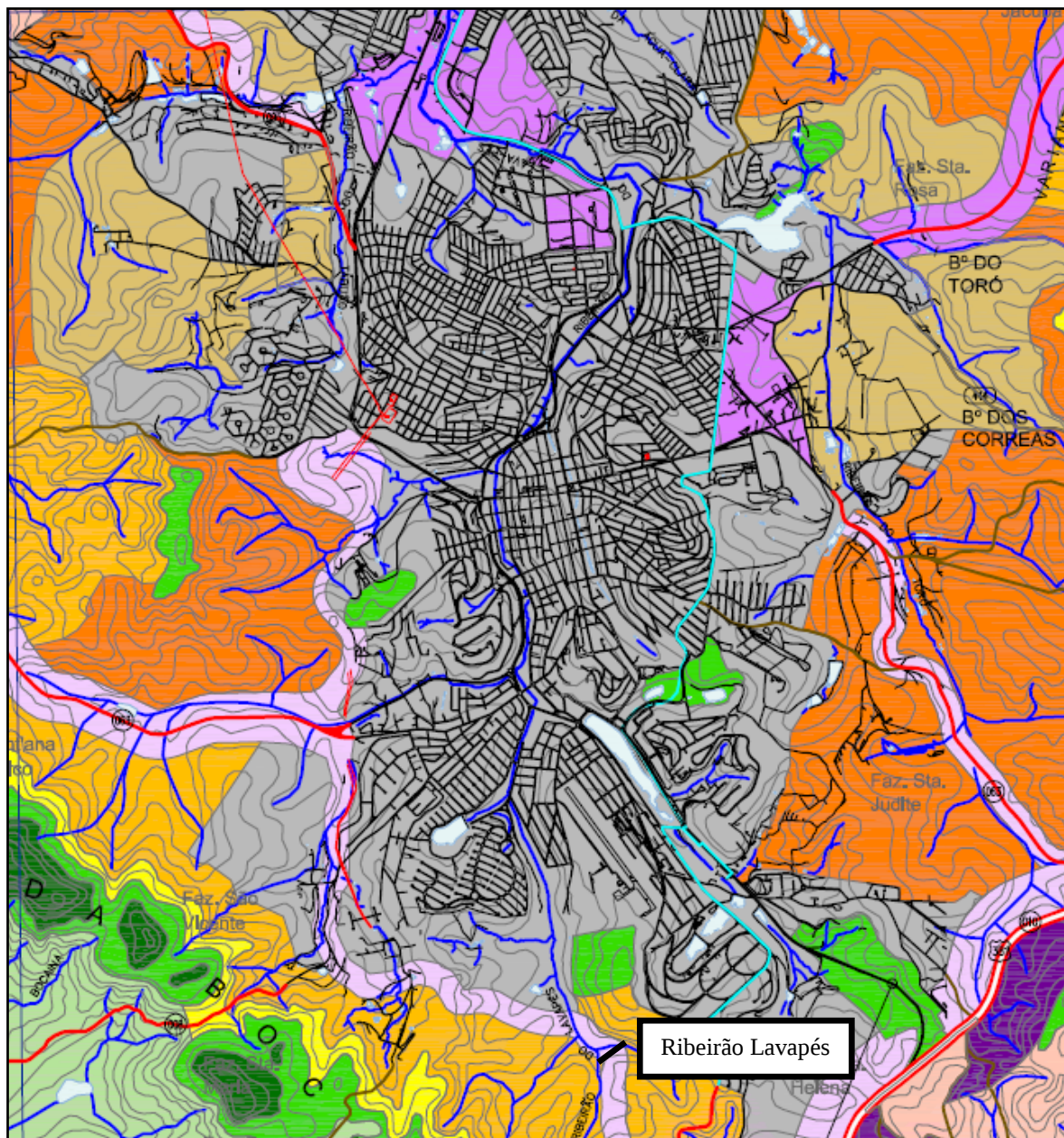
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

(...) "Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo".

As APP foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, e trazendo também benefícios para a fauna (COSTA, 1996). Sua área é protegida por lei federal e pode sofrer intervenção apenas em casos excepcionais, descritos na Resolução CONAMA n°. 369/06.

Observa-se, com base nos mapas de uso de solo apresentados anteriormente, que praticamente inexistem tais faixas de preservação no entorno dos cursos d'água do município. Esse mesmo fato é observado no macrozoneamento do município (Figura 7.1), em que o maior curso d'água, em termos de extensão, o Ribeirão Lavapés, só possui Área de Preservação Ambiental em algumas nascentes e topos de morros.

A preservação da várzea mais do que um cumprimento legal do Código Florestal (Lei 4.771) é de importância relevante à manutenção de características naturais adequadas para garantir o transbordamento da calha menor para a calha maior do rio, e carece de medidas de urgência dos poderes públicos envolvidos na sua aplicação. Para a implantação da preservação das várzeas a Prefeitura deverá delimitar as faixas e as áreas para este fim e executar a instalação destas faixas por decretos do tipo de **Áreas de Proteção Ambiental – APA's**.



MACROZONEAMENTO

	I - MUR - MACROZONA URBANA		VI - MIN - MACROZONA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL
	I - MEU - MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA		VII - MIS - MACROZONA DE INTERESSE SOCIAL
	II - MEC - MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA CONTROLADA		IX - MRU - MACROZONA RURAL URBANIZÁVEL
	IV - MCU - MACROZONA DE CONTENÇÃO DE URBANIZAÇÃO		X - MRR - MACROZONA RURAL
	IV - MCU - MACROZONA DE CONTENÇÃO DE URBANIZAÇÃO 2		XI - MPA - MACROZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
	V - NEE - MACROZONA DE EXPANSÃO ECONÔMICA		XII - MPP - MACROZONA DE PROTEÇÃO PERMANENTE
	VI - MIE - MACROZONA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL ESPECIAL		

Figura 7.1- Extraído do Mapa de Macrozoneamento do município de Bragança Paulista.



7.2 ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

O zoneamento está relacionado diretamente com o item anterior; e é constituído por três etapas:

- a) Determinação do risco das enchentes;
- b) Mapeamento das áreas sujeitas à inundação;
- c) Zoneamento.

Os dois primeiros itens foram apresentados no presente relatório. O terceiro item – zoneamento- é elaborado com base em um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundação, visando à minimização futura das perdas humanas e materiais em face das grandes cheias. O processo de controle de inundações deve ser iniciado pela regulamentação do uso do solo urbano através de um plano diretor que contemple a drenagem e as enchentes, a fim de regular as habitações e loteamentos.

É reconhecida a dificuldade do município em regulamentar o uso do solo, devido, principalmente, a ausência de uma política habitacional e para o rápido crescimento do mercado imobiliário. A prefeitura de Bragança Paulista informou que existem 311 famílias cadastradas no programa Cidade Legal por viverem em áreas de risco ou de insalubridade, segundo informações de JusClip (2012).

Como exemplo, têm-se as ocupações irregulares no bairro Green Park, cujo canal que passa na região encontra-se muito assoreado, inclusive com a presença de vegetação e lixo, e com as construções próximas à planície de inundação, conforme se observa na Figura 7.2 (GAMEIRO, 2008). O mesmo Autor cita a Vila Malva como localidade que apresenta risco de inundação, haja vista que as casas estão construídas às margens do Ribeirão Lavapés, na região central da cidade. A ausência de muros e a proximidade com o canal de drenagem fazem com que essas residências sejam constantemente inundadas nos períodos de grande precipitação pelas águas poluídas por efluentes domésticos lançados ao ribeirão. Ressalta-se que as famílias da Vila Malva habitam o centro da cidade ao longo de um trecho do Ribeirão Lavapés desde meados da década de 1960, quando suas margens começaram a ser densamente ocupadas pela urbanização bragantina (MATHIAS, 1999).

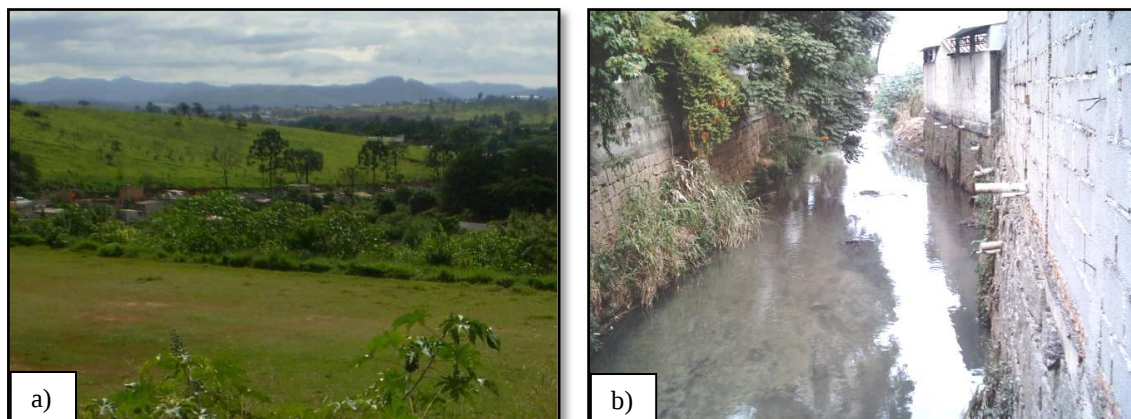


Figura 7.2- a) Vista panorâmica da parte baixa do bairro Green Park com moradias edificadas no fundo do vale, às margens do canal de drenagem. b) Fundo de casas localizadas às margens do Ribeirão Lavapés.

Sobre a complexidade da questão do uso do solo, o planejamento – principalmente empreendido por meio de Planos Diretores e do zoneamento do uso e ocupação do solo – estabelece uma cidade virtual que não se articula com as condições reais de produção da cidade pelos agentes que atuam no mercado informal, ignorando que a maior parcela das populações urbanas tem baixíssima renda e nenhuma capacidade de investimento frente a uma mercadoria de alto custo: o espaço construído. Assim, apesar do arcabouço legal constituído, a população de baixa renda invade terrenos “non edificandi” e ali permanece. Desta forma, a questão da ocupação do solo nas margens de rios, que em muitas bacias urbanas é causa de inundações, passa por uma vertente que não é apenas legal ou institucional, mas social e política.

O zoneamento visa preservar e frear as pressões de ocupação exercidas sobre a bacia hidrográfica da região. Desta forma, as medidas citadas podem ser utilizadas como ferramentas para a aplicação do Programa Zoneamento Econômico e Ecológico no município de Bragança Paulista.

7.3 LEGISLAÇÃO DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O Atlas de Saneamento do Brasil (PNS, 2008) relata que 94,5 % dos municípios fazem Manejo de Águas Pluviais (MAP), no entanto apenas 12,7% declararam possuir dispositivos coletivos de retenção e amortecimento de vazões das águas pluviais urbanas e 27,4% informaram que seus sistemas de drenagem não suportam o volume necessário e que ocorreram inundações e alagamentos nos cinco anos antecedentes à pesquisa.



Ainda segundo o PNSB (2008), a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais, no aspecto de redução de impactos resultantes de processos erosivos e assoreamento de corpos receptores – e a consequente prevenção de desastres com enchentes e inundações– está diretamente relacionada à existência dos dispositivos de controle de vazão, pois estes atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A ausência destes dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), que afirmou que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco, somente 14,6% utilizam informações meteorológicas e/ou hidrológicas, o que limita ainda mais as condições de MAP.

A eficiência do MAP, por sua vez, está relacionada à criação de um **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Nesse ponto, apenas 141 municípios têm plano diretor de drenagem em todo o país (PNSB, 2008), ao passo que 841 municípios possuem Planos Diretores Urbanos (PDU), o que representa apenas 15.3% das cidades brasileiras (IBGE, 2000). Destes últimos, em apenas 489 a última versão do plano possui data posterior a 1990 (8,9%). Mesmo onde existem os PDU, a maioria destes planos aborda apenas aspectos arquitetônicos, sem considerar os efeitos ambientais, principalmente sobre a infraestrutura de drenagem (CRUZ, 2008).

No processo de assentamento dos agrupamentos populacionais, o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais como devido à interferência com os demais sistemas de infraestrutura, além de que, com retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população. O sistema de drenagem de um núcleo habitacional é o mais destacado no processo de expansão urbana, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência, imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população quando causa inundações e alagamentos (FUNASA, 2006).

Pelo exposto, o manejo de águas pluviais (MAP) em áreas urbanas constitui um dos itens do saneamento mais importante quando se considera o crescimento das cidades e o planejamento urbano, bem como a manutenção das condições de segurança e de saúde da população.



No tocante à legislação de águas pluviais, não existe no país uma regulação específica para emprego de dispositivos de controle do escoamento pluvial na cidade, entretanto a legislação brasileira nas esferas federal, estadual e municipal dispõe de instrumentos legais que podem ser utilizados (BAPTISTA, 2005). Diversos trabalhos e pesquisas defendem a cobrança pelo serviço de drenagem de águas pluviais. O argumento encontra respaldo na Lei Federal 9.433/1997, a Lei das Águas, que instituiu a cobrança pelo uso da água como um dos cinco instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Esta lei estabelece como uma das outorgas o lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos, e deixou em aberto essa questão (PEREIRA, 2005).

Têm-se ainda as Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, que estabelecem normas e padrões de qualidade da água dos rios através de classes, mas não definem restrições com relação aos efluentes urbanos lançados nos rios. Esta resolução define parâmetros para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências; mas não cita os efluentes resultantes da pluviometria. É oportuno citar os estudos de (GOMES, 1981), que atestaram que os efluentes provenientes das chuvas efetivas no meio urbano podem transportar tanto ou até mais poluentes que o efluente secundário de estações de tratamento de esgotos domésticos.

A Lei 11.445/2007 cita a cobrança dos serviços públicos de MAP na forma de tributos, inclusive taxas, para garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas. Contudo, observa-se que como estes procedimentos ainda não estão sendo cobrados pelos Estados, não existe no momento uma pressão direta para a redução dos impactos resultantes da urbanização (BAPTISTA, 2005). As principais dúvidas sobre o instrumento de gestão de cobrança pelo uso da água relacionam-se a quanto cobrar; de quem cobrar e quais impactos serão causados nas relações econômicas, sociais, políticas e ambientais (SPEZIALI, 2005).

Nessa temática, (SILVEIRA, 2009) define que existem dois tipos de cobrança relacionada à drenagem urbana:

- i) A cobrança de uma taxa pelo serviço, interna ao município, pago pelos proprietários dos imóveis ao município em função do serviço prestado e;
- ii) A cobrança de um preço público pela água, externa ao município, referente aos impactos proporcionados pelo município à bacia hidrográfica.



Esta proposta sugerida por estes autores visa com que o município responda aos problemas ambientais causados pela urbanização na bacia e incentive internamente os proprietários e a administração municipal a promover o manejo e controle das águas pluviais no perímetro urbano.

Aliada as leis supracitadas, a Lei 12608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPEC) e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres, inclui novas exigências para a elaboração do Plano Diretor dos municípios cadastrados no **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sinpdec)**. Entre elas, os parâmetros de parcelamento e uso do solo; mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência inundações bruscas ou processos hidrológicos correlatos; medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à redução de impactos de desastres; e diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares. Além da drenagem urbana ser lembrada de forma preventiva às enchentes, a medida aumenta a responsabilidade dos municípios, que devem agir preventivamente para evitar ocupação em áreas propensas a desastres. Essa lei vai ao encontro de todos os itens já propostos nos itens anteriores.

7.4 PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÃO

Um sistema de previsão de alerta deve se antecipar à ocorrência da inundação, tomando as medidas necessárias para reduzir os prejuízos resultantes da inundação. Ressalta-se que evitar que os fenômenos naturais severos ocorram foge da capacidade humana, entretanto a prevenção possibilita a tomada de medidas que minimizem os impactos causados pelos mesmos, principalmente em áreas urbanas já consolidadas.

A Figura 7.3, de (KOBIYAMA M. , 2004), mostra um esquema de implantação de sistema de alerta em bacia hidrográfica, com seus principais componentes: (1) monitoramento; (2) transmissão dos dados; (3) modelagem e simulação; (4) orientação para as instituições responsáveis e alerta para a população localizada nas áreas de risco.

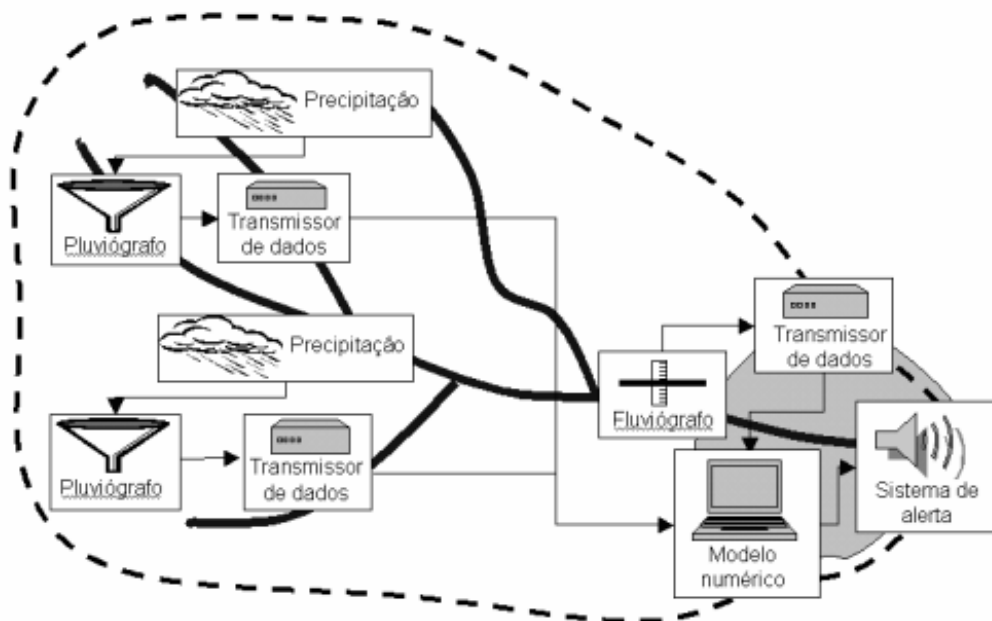


Figura 7.3- Esquema de implantação de um sistema de alerta.

Um sistema de alerta de previsão tempo real envolve os seguintes aspectos (TUCCI, 2005):

- Sistema de coleta e transmissão de informações de tempo e hidrológicas: sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;
- Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;
- Defesa Civil: programas de preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas inundações.



O mesmo Autor observa que este sistema possui três fases distintas: prevenção, alerta e mitigação. Na primeira fase –Prevenção– são desenvolvidas as atividades para minimizar os danos originados com as inundações, tais como informações ou mapas de alerta que identifique as áreas alagadas ou passíveis de alagamento. Já a fase de Alerta acompanha a ocorrência dos eventos chuvosos com base no nível do rio (Nível de acompanhamento), seguido pelo nível de alerta, que é o nível a partir do qual é previsto um futuro crítico, e o nível de emergência, cujo nível significa a ocorrência de prejuízos materiais e humanos. Por fim, a fase de mitigação trata das ações que devem ser realizadas para diminuir o prejuízo da população quando a inundação ocorre, como o isolamento de áreas de risco.

7.5 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA

- **Programas educativos na forma de mesas-redondas, debates, campanhas etc** – com o objetivo a aumentar o nível de conscientização da população quanto aos problemas encontrados nos sistemas de drenagem e do saneamento como um todo;
- **Estimular o envolvimento da população nas questões ambientais, modificando padrões de conduta não sustentáveis de uso da água** – para promover a aceitação destas técnicas, assim como de seus métodos de funcionamento e operação;
- **Promover a integração do sistema de limpeza pública com os serviços de manutenção do sistema de drenagem** – já que a integração destes serviços evita problemas associados ao transporte de resíduos sólidos e promove a aceitação destas soluções compensatórias por razões estéticas e sanitárias;
- **Realizar a manutenção constante dos córregos e dispositivos de macrodrenagem e microdrenagem com remoção de terras e resíduos sólidos** – para evitar o comprometimento da capacidade de escoamento do curso d'água.

O sucesso da implementação das medidas não estruturais e a sua integração ao projeto urbanístico das obras de intervenção é dependente da aceitação destas técnicas pela população visando à eficácia das ações estruturais.



7.6 PROJETOS DE RENATURALIZAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA

O controle extensivo pode ser realizado mediante intervenções de conservação do solo, com práticas agrícolas corretas e através do reflorestamento da bacia, o que modifica a relação chuva e deflúvio. Quando a cobertura vegetal é retirada tem-se a tendência do aumento do volume escoado e, conseqüentemente, das cheias. A manutenção da cobertura vegetal produz muitos benefícios:

- a) Aumento da capacidade de infiltração do terreno e, portanto, ocorre uma redução dos defluxos superficiais (que constituem a componente mais importante da cheia);
- b) Redução da velocidade média de escoamento d'água e incremento dos volumes hídricos contidos temporariamente no solo, com o aumento dos tempos de concentração e da capacidade de laminação da bacia. Estes mecanismos reduzem a onda de cheia resulta e, conseqüentemente, a vazão de pico;
- c) Controle da erosão do solo, pois evita que as partículas sejam carreadas para dentro do rio.

Esta medida torna-se difícil ou mesmo inviável, muitas vezes, pela própria presença da urbanização já bastante consolidada nas áreas mais baixas aos córregos (CANHOLI, 2005). Para a sustentabilidade da macrodrenagem, deve-se restituir os espaços dos cursos d'água, recuperando e preservando seus leitos expandidos para escoamento das inundações.

A renaturalização de um curso d'água consiste na recuperação de rios por manejo regular evitando os usos antrópicos que inviabilizam as suas funções, de modo a regenerar o ecossistema buscando o mais próximo possível o restabelecimento da sua biota natural, bem como a conservação das áreas naturais de inundação.

A renaturalização de um rio só é viável se o leito antigo do rio não sofreu, nos últimos anos, assoreamento excessivo, pois sua recuperação poderia ser impossibilitada pela dimensão da obra necessária para sua recuperação. Além disto, uma obra exagerada pode provocar um impacto tão grande no ecossistema que a renaturalização tornar-se-ia mais prejudicial à ecologia da região do que como está atualmente (BARBOSA, 2006). Um projeto de renaturalização de um curso d'água deve procurar:

1. Preservar as margens do rio e sua heterogeneidade;

2. Dar especial atenção a preservação ou recuperação da floresta ripária;
3. Preservar o tampão aluvial de montante (retenção de sedimentos) e
4. Não danificar as margens internas do canal, visando a recolonização.

A Figura 7.4 mostra uma relação de larguras recomendadas de zonas florestais de acordo com as funções desempenhadas (SILVA, 2006):

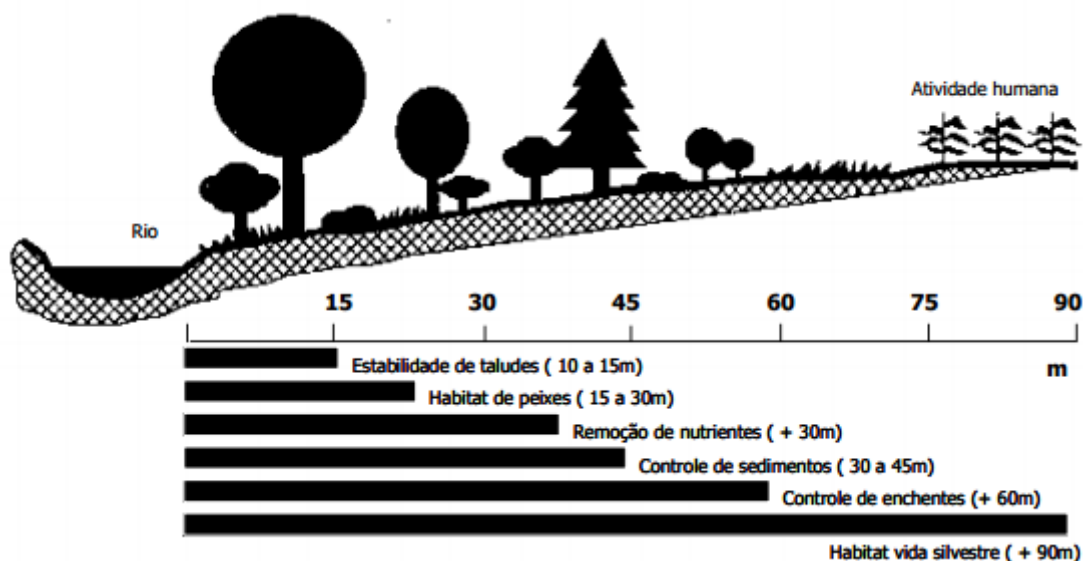


Figura 7.4- Localização da zona ripária

Observa-se que quanto maior a faixa de proteção do rio, maior é a proteção contra as enchentes. A amenização de eventos de inundações e estabilização de taludes se dá uma vez que os caules da vegetação reduzem a energia proveniente do escoamento superficial, e suas raízes auxiliam a fixação do solo e têm importante função na infiltração da água.

O tipo de vegetação a ser usado relaciona-se diretamente com os objetivos pretendidos e pode ser visualizado na Tabela 7.1 (STROHMEIER, 2003):

Tabela 7.1: Relação entre o benefício da zona ripária e o tipo de vegetação predominante

Benefício	Tipo de Vegetação		
	Gramma	Arbusto	Árvore
Estabilização de taludes	Baixo	Elevado	Elevado
Como filtro de sedimentos, nutrientes, pesticidas e micróbios	Elevado	Baixo	Baixo
Como filtro de nutrientes solúveis, pesticidas	Médio	Baixo	Médio
Habitat aquático	Baixo	Médio	Elevado
Habitat animais selvagens	Elevado	Médio	Baixo



Benefício	Tipo de Vegetação		
	Gramma	Arbusto	Árvore
campestres			
Habitat animais selvagens florestais	Baixo	Médio	Elevado
Diversidade visual	Baixo	Médio	Elevado
Proteção contra inundações	Baixo	Médio	Elevado

Ressalta-se que projetos de recuperação devem estudar a bacia hidrográfica como um todo, não apenas tratar a estrutura do rio em nível local, constituindo-se o estudo integrado em uma ferramenta indispensável para o êxito do projeto.

A seguir serão apresentadas algumas técnicas de recuperação de margens comumente empregadas.

7.6.1 PLANTIO DE VEGETAÇÃO E TÉCNICAS ASSOCIADAS

Caracteriza-se pelo plantio de brotos ou vegetação que, ao criarem raízes, estabilizam o talude através da consolidação das partículas do solo, prevenindo a perda de finos. É uma técnica de baixo custo e elevado valor estético, uma vez que permite que os cursos de água se apresentem o mais próximo possível do natural.

Entretanto, o emprego de vegetação para o controle de erosões e proteção das margens apresenta algumas limitações, principalmente no tocante à capacidade de suportar baixas velocidades de escoamento e à manutenção. O crescimento desordenado das plantas pode prejudicar o funcionamento hidráulico do canal devido ao aumento da rugosidade, sendo importante atentar para alguns aspectos hidráulicos como a resistência causada ao escoamento e os valores de distribuição de velocidades (CARDOSO, 2008).

A proteção das margens também pode ser realizada por meio do emprego de faxinas (cilindros de vime, piaçava, fibra ou outro tipo de material) envolvendo espécies vegetais vivas ou mortas. São fixadas horizontalmente na base do talude com estacas, de forma a proteger a margem contra a erosão, até que raízes se desenvolvam e assumam essa tarefa. A Figura 7.5 ilustra essas duas técnicas (SELLES, 2001).



Figura 7.5- Proteção de margem: a) depois do crescimento de brotos. b) com instalação de faxinas de salgueiro.

Podem ser empregadas telas e mantas, associadas ao plantio de vegetação, visando-se à reconstrução de margens erodidas, pois dão mais resistência aos processos erosivos causados pela força das correntes.

7.7 PROPOSTA DE PARQUES LINEARES

Bragança Paulista apresenta porções de sua área urbana degradadas por processos erosivos lineares resultantes das características intrínsecas de seus terrenos, que são altamente suscetíveis à ocorrência desses processos, das fortes chuvas que incidem na região aliadas à ocupação inadequada do solo (IPT, 2010).

O impacto da erosão nos recursos hídricos decorre das diversas formas de intervenções antrópicas no meio ambiente e pode ser verificado principalmente pelo aporte de sedimentos nos rios, lagos e reservatórios, já que a erosão promove a remoção acelerada de grandes volumes de solo, contribuindo para o assoreamento.

Assim, a solução mais indicada é a instalação de parques lineares. Devem ser implantados nas áreas marginais ao rio, cujo objetivo principal é proteger a zona ribeirinha contra ocupações indevidas que possam vir a aprisionar o corpo hídrico e ocupar área destinada à inundação natural do rio.

Além da proteção da zona ribeirinha, o parque linear possui outras funções como: restauração de várzeas, proteção das margens contra erosão, recomposição da vegetação ciliar, redução da velocidade de escoamento com a redução dos picos de cheias, redução da poluição difusa, área de lazer e incremento da área verde.



Um Parque Linear se caracteriza fundamentalmente como uma intervenção urbanística associada à Rede Hídrica, em fundo de vale, mais especificamente na planície aluvial, e tem como objetivos:

- Proteger ou recuperar os ecossistemas lindeiros aos cursos e corpos d'água;
- Conectar áreas verdes e espaços livres de um modo geral;
- Controlar enchentes;
- Prover áreas verdes para o lazer.

Em função de sua composição urbanística e ambiental, o Parque Linear pode ter tipologias diferenciadas, que privilegiem com maior intensidade um ou mais de um dos objetivos elencados acima. As tipologias devem ser relacionadas tanto com a composição das áreas do parque, quanto com relação à sua inserção urbana, que deve ser relacionada com a necessidade de maior implantação de equipamentos e espaços de lazer e sociabilidade ou maior priorização da preservação ambiental com menos usos (em áreas com pouca ocupação urbana no entorno ou de acessibilidade mais restrita). Essa composição pode atravessar três tipos de espaços diferenciados que se combinam de diversas formas (BONDUKI, 2006):

- Área Core, coincidente com a Área de Preservação Permanente, definida pela legislação em vigor;
- Zona de Amortecimento, como área de transição entre a Área Core e a Zona Equipada;
- Zona Equipada, para o provimento de equipamentos de lazer.

Deve-se sempre buscar a implantação de espaços visando dar uma continuidade a caminhos verdes e à cobertura vegetal e arborização ao longo do curso hídrico, combinando espaços onde a zona equipada pode ter maior área, se assemelhando a um parque nuclear convencional, e espaços onde a faixa é mais estreita, limitando-se a áreas de preservação da mata ciliar e caminhos verdes, quando possível. A continuidade no tratamento da paisagem ao longo do curso hídrico visa não apenas a recuperação ambiental, que pode não ser possível em toda a margem e planície aluvial, mas também a valorização dos cursos d'água como elemento estrutural.



A criação de um parque linear encontra um obstáculo básico na expansão desordenada da cidade. Muitas áreas com potencial para esse aparelho urbano estão ocupadas com moradias irregulares. A desapropriação de edificações no entorno do rio encontra respaldo na Lei nº 4.771/65, já citada, já que as mesmas estão situadas em área de preservação permanente, sendo consideradas ocupações irregulares.

A Figura 7.6 (SEMADS, 2001) representa a renaturalização do rio, bem como o alargamento da calha, e a adoção do parque linear propostas no presente projeto.

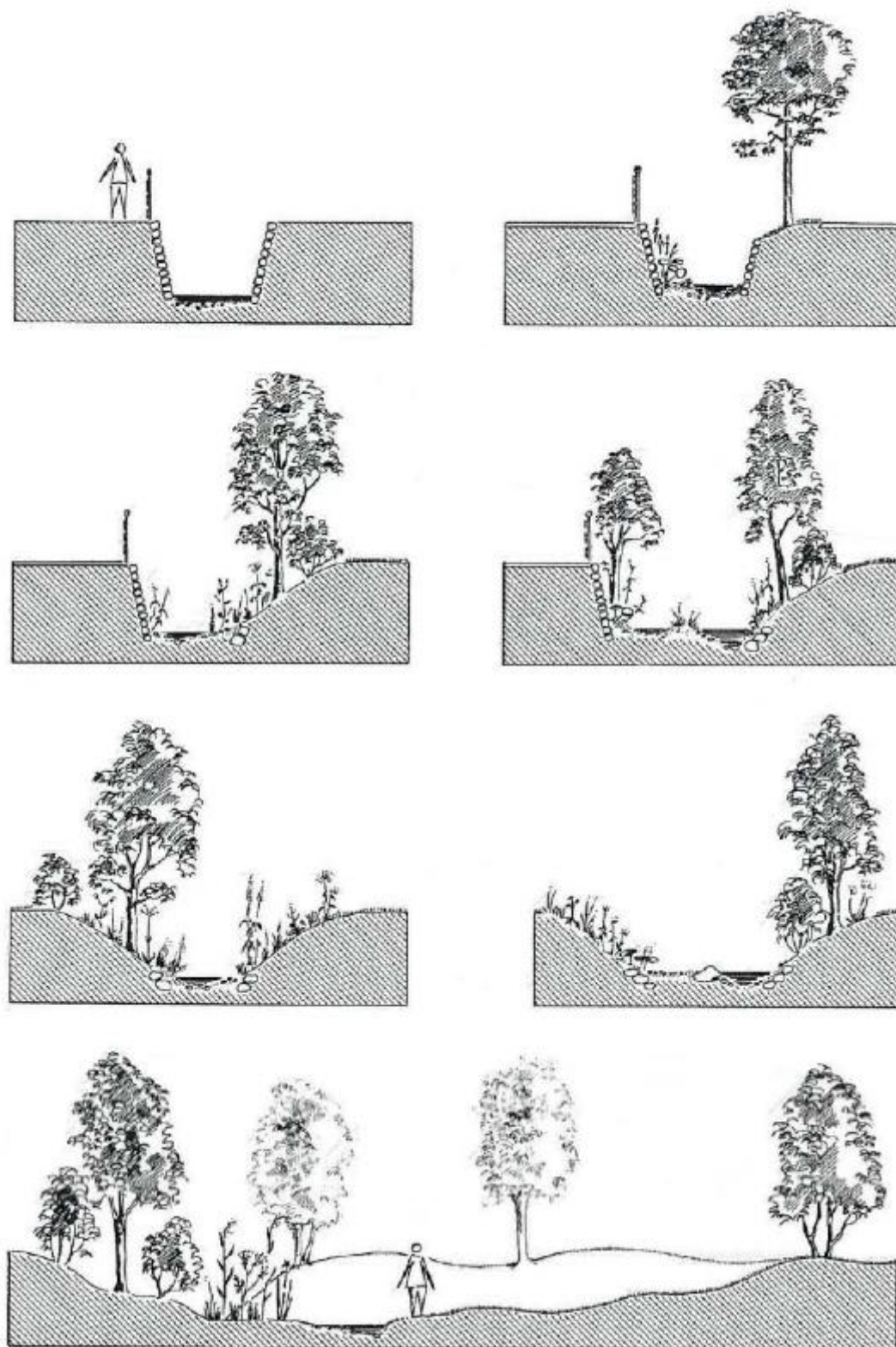


Figura 7.6- Propostas para a transformação de perfil regularizado em perfil natural de córregos.

As plantas, com as propostas para os parques lineares, encontram-se junto às plantas de Reassentamento.



7.7.1 CRITÉRIOS

Para definição da faixa de parque linear de cada rio, avaliou-se cada corpo d'água individualmente, sua macrozona de acordo como Plano Diretor municipal, o estado de ocupação atual e a necessidade de proteção contra futuras ocupações no entorno. Os critérios são descritos na sequência.

7.7.1.1 RIBEIRÃO ÁGUA COMPRIDA

Por se tratar de uma macrozona urbana não densamente povoada/populosa considerou-se uma margem de parque linear de 5 metros no entorno do rio. As edificações dentro dessa margem não foram desapropriadas. Ressalta-se para a importância da manutenção do parque linear ao longo das margens do rio. Trabalhos de educação ambiental devem ser desenvolvidos com os moradores para que se evitem novas ocupações bem como plantações e pastos na área de proteção delimitada.

7.7.1.2 RIBEIRÃO LAVAPÉS

Por ser uma área já ocupada e com uma densa malha urbana já estabelecida, considerou-se para a maioria dos trechos uma faixa de 2 metros a partir do entorno do rio.

O reservatório R1, proposto pela empresa SHS, localiza-se na macrozona de Expansão Econômica e na macrozona de Expansão Urbana Controlada. Por não ser uma área densamente ocupada, ainda, considerou-se uma faixa de 10 metros de parque linear. Próximo às ruas essa faixa deve ser um pouco menor, tangenciando a pista.

O reservatório R2, já existente, não possui o entorno densamente habitado embora esteja localizado na macrozona urbana. Assim, já se prevendo uma futura urbanização do entorno do rio, propõe-se a criação de parque linear com uma faixa de 5 metros. Os mesmos critérios e observações se aplicam ao reservatório R3.

O reservatório R4 encontra-se, atualmente, cercado por áreas verdes. Propõe-se a manutenção destas áreas, sem redução, que contribuem para a proteção contra a erosão e assoreamento. Propõe-se o plantio de mais árvores no entorno do reservatório, principalmente na faixa localizada na Av. Comunidade Europeia, contribuindo para a proteção do reservatório.

7.7.1.2.1 RIBEIRÃO SANTA HELENA

No lago Taboão indica-se a manutenção das áreas verdes já existentes. Contudo, pela extensão e importância deste corpo hídrico, seria necessária uma maior área de proteção, o que é impossibilitada por todo o entorno já ocupado. Deve-se revegetar o entorno do rio, incluindo o passeio, evitando com que partículas do solo descoberto sejam carregadas para dentro do lago, contribuindo para o assoreamento do Taboão. A Figura 7.7, do Google Earth (2012), ilustra o tipo de áreas que necessitam de vegetação, tanto o passeio como as margens do lago, com prioridade para a revegetação pela Rua Alpheu Grimello, cujas margens do lago encontram-se mais desprotegidas.



Figura 7.7- Indicação das regiões que precisam de vegetação para proteção do solo e lago .

Propõe-se a criação do Reservatório R7 para amortecer as vazões à jusante do ribeirão Santa Helena. Há uma estrada de terra existente, que deverá ser mudada de local ou substituída por uma ponte. Para o presente projeto considerou-se a construção da ponte, contudo deve-se analisar a viabilidade da projeção da rua em um local próximo. Apesar de se localizar na macrozona urbana, o entorno do reservatório não é densamente habitado, o que permite a criação de um parque linear com uma faixa de 5 metros.

Logo após, na seção 215, não se propõe alterações na área verde existente, já que estas se encontram protegidas. O município deve se atentar, contudo, para não permitir a construção de edificações no seu entorno. O cenário 5 deste rio possui menos áreas verdes quando comparado ao cenário 4, já que esse último possui reservatórios.

7.7.1.2.2 RIBEIRÃO TABOÃO

O Ribeirão do Taboão encontra-se em uma situação peculiar quando comparado aos demais cursos d'água: Ele encontra-se dividido em várias macrozonas de acordo com o Plano Diretor. Grande parte de seu trecho situa-se no limite entre as macrozonas urbana e de interesse social. Após, o curso d'água atravessa a macrozona de expansão econômica e urbana. Ou seja, o rio situa-se em áreas que priorizam o crescimento das áreas urbanas e a instalação de atividades econômicas.

Pode-se afirmar que caso a expansão urbana e econômica não seja controlada, as margens deste rio podem ser intensamente ocupadas, a exemplo do Ribeirão Lavapés. Assim, para o trecho natural do rio cujo entorno não se encontra ocupado projetou-se uma área de proteção mínima de 15 metros. Entre as ruas Lázaro da Silva e Silvério Soldor Polidori mantiveram-se as áreas verdes existentes, que são maiores que 15 metros.

Propõe-se a reforma do equipamento urbano existente na rua Josephina Lossasso Pereira da Silva, que se encontra descaracterizado conforme evidencia a Figura 7.8 (Google Earth, 2012).



Figura 7.8- Equipamento urbano descaracterizado .

Verificou-se a necessidade da revegetação no entorno do rio entre as ruas Lairton Serrano e Estevan José do Carmo, já que um caminho foi aberto através da área verde que liga essas duas ruas. Sugere-se a pavimentação do caminho aberto e a revegetação nas áreas degradadas, para que se evite o carreamento de partículas para o rio que contribuem para o assoreamento, conforme se pode visualizar na Figura 7.9 (Google Earth, 2012).



Figura 7.9- Área verde descaracterizada .

Apesar do lago situado à Rua Chile não ter sido alvo do levantamento topobatimétrico do presente projeto, projetou-se áreas verdes no seu entorno (Planta DRU-CAN-DGE-0410-B), haja vista a degradação, os resíduos sólidos e o crescimento urbano nas áreas adjacentes, conforme se visualiza na Figura 7.10 (Google Earth, 2012).



Figura 7.10- Área verde descaracterizada no lago situado na Rua Chile.

No lago situado entre as seções 307 e 308 projetou-se uma faixa de 5 metros de área verde. Nos demais lagos mantêm-se as áreas verdes já existentes, enquanto no canal principal utilizou-se uma faixa marginal de 2 metros.

7.7.1.2.3 RIBEIRÃO TORÓ

Considerou-se 2 metros em toda faixa do canal. O reservatório R8 localiza-se em zonas de expansão econômica e urbana, conforme o plano diretor, o que prioriza o crescimento de áreas urbanas e a instalação de atividades econômicas. Assim, projetou-se um parque linear de 15m.

Já o R12 situa-se em uma zona de Interesse Social, em que a urbanização deve ser especialmente planejada e disciplinada. Assim sendo, prevendo-se a futura ocupação do entorno, projetou uma faixa de 20m de parque linear.

7.7.1.2.4 CÓRREGO CIDADE PLANEJADA

Deixou-se 2 metros de parque linear no curso principal.

7.7.1.2.5 CÓRREGO ITAPECHINGA

Deixou-se 2 metros de parque linear no curso principal.

7.7.1.2.6 JARDIM AMÉRICA

No córrego Jardim América há duas nascentes, próximas à seção 471, situadas na macrozona de expansão econômica. Apesar do levantamento não ter contemplado estas nascentes, projetou-se áreas verdes de 15 metros nas mesmas visando à proteção do rio como um todo. Para o curso d'água canalizado, bem como para o lago situado entre as seções 475 e 476 e o reservatório R9, proposto neste projeto, considerou-se a mesma largura de faixa marginal, pois a região é rica em nascentes e ainda não se encontra densamente habitada, visto que o rio possui sua maior parte na macrozona urbana, o que possibilita a proteção do córrego Jardim América.

Após a seção 479, o rio atravessa uma área mais urbanizada, o que limita a área destinada ao parque linear. Assim, na margem esquerda do rio manteve-se a área verde já existente, visualizada na Figura 7.11 (Google Earth, 2012), mas projetou-se uma faixa de proteção de 15 metros na margem direita, para proteção contra possíveis edificações futuras.

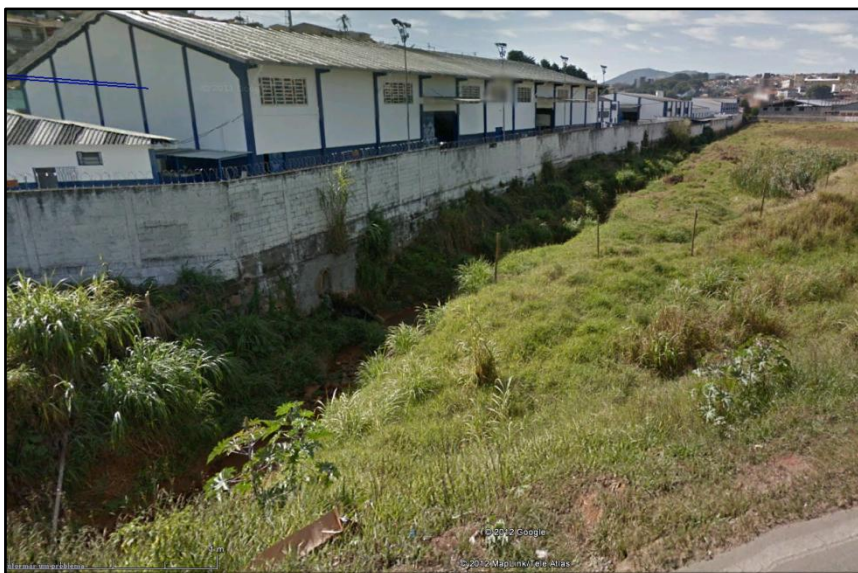


Figura 7.11- Margem esquerda ocupada do córrego Jardim América .



7.7.1.2.7 CÓRREGO ANHUMAS

A partir da seção 465 projetou-se 2 metros de parque linear nas margens do córrego.



8 ANÁLISE ECONÔMICA

8.1 HISTÓRICO DE DESASTRES POR INUNDAÇÕES

Para auxiliar a quantificação dos prejuízos causados pelos desastres de inundações no município de Bragança Paulista, recorreu-se ao Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2011), que reuniu os desastres ocorridos ao longo dos anos 1991-2010.

Convém ressaltar que as inundações e enchentes são fenômenos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água e fornecem grandes quantidades de fertilizantes e sedimentos às planícies, atuando como agentes modificadores da paisagem, sendo, assim, benéficos à sociedade (KOBIYAMA, 2011). Quando esses fenômenos entram em contato com a sociedade, causando danos, passam a ser considerados desastres. Assim, a Defesa Civil classifica os desastres causados por inundações em função da magnitude (excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude) e em função do padrão evolutivo (inundações graduais, inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar).

Desta forma, considerando o padrão evolutivo das inundações no município de Bragança Paulista, encontram-se apenas dois registros de inundações que se tornaram desastres:

- Uma **inundação gradual** - em março de 2003; na divisa com o município de Piracaia, atingindo a Bacia do Ribeirão Água Comprida nas proximidades da rodovia Padre Aldo Bolini.

Descrição dos Danos:

Danos Humanos: 300 trabalhadores afetados entre 16 e 50 anos de idade;

Danos Materiais: 9 Infraestruturas públicas, na zona rural, 03 estabelecimentos comerciais, com perda estimada de 70%, e 20 olarias afetadas, destruindo cerca de 1.500 tijolos.

Danos Sociais: Queda de parte da rede elétrica.

- Uma **inundação brusca**— em janeiro de 2011 (Decreto Municipal 1.151/2011), nos bairros Vila Malva, Jardim Califórnia, Bocaína, Lavapés, Guaripocaba dos Souzas e Menin.

Descrição do Evento: Precipitação total de 176 mm³ em 3 dias;



Embora não se tenha acesso ao documento de Avaliação de Danos (AVADAN) para se analisar os prejuízos gerados neste evento, o Decreto 1.151/2011 cita *“a necessidade de retirada imediata de pessoas, animais e móveis dessas áreas. Considerando os prejuízos materiais, ambientais, econômicos e sociais decorrentes, que demandam a necessidade de reconstrução de pontes, limpeza das margens dos rios, recapeamento asfáltico, abrigamento e assistência aos atingidos”*.

A situação de emergência foi prorrogada por mais 90 dias, pelo Decreto 1205/2011:

“Considerando as três áreas com maior risco conforme relatório do Instituto Geológico localizados na Avenida Salvador Markowicz para Supressão de Árvores de maior porte no topo do Talude, Avenida José Gomes da Rocha Leal onde houve um solapamento bastante significativo de pavimentos de estabelecimentos comerciais localizados sobre um córrego e Avenida Alziro de Oliveira onde houve ruptura da saia de aterro e escorregamento de talude de corte com destruição parcial da via pública. (...) Houve o transbordamento do rio Jaguari na área rural e do Ribeirão do Lavapés que passa por toda área urbana do município, causando enchente, alagamentos, Demolição, Deslizamento de Talude, Solapamento de Solo obstruindo vias Públicas, causando transtornos e uma Situação de Atuação Emergencial.”

Dos 16 imóveis existentes sobre o Ribeirão Lavapés, na Av. José Gomes da Rocha Leal, 11 foram interditados e cinco deveriam realizar manutenção das estruturas (Figura 8.1), da Gazeta Bragantina (2011). Um dos imóveis, onde funcionava um restaurante, teve o chão e parte da parede destruídos. 161 famílias de Bragança foram afetadas, com 36 pessoas removidas para abrigos. A prefeitura informou que o número exato de pessoas que deixaram suas residências não foi calculado porque a maioria se abriga em casas de familiares e amigos. A tempestade também causou inúmeros estragos nas redes elétricas, com o rompimento de cabos de rede ocasionados por quedas de árvores, interrompendo o fornecimento de energia elétrica para os bairros Águas Claras, Menin, Henedina Cortês e região (GB).

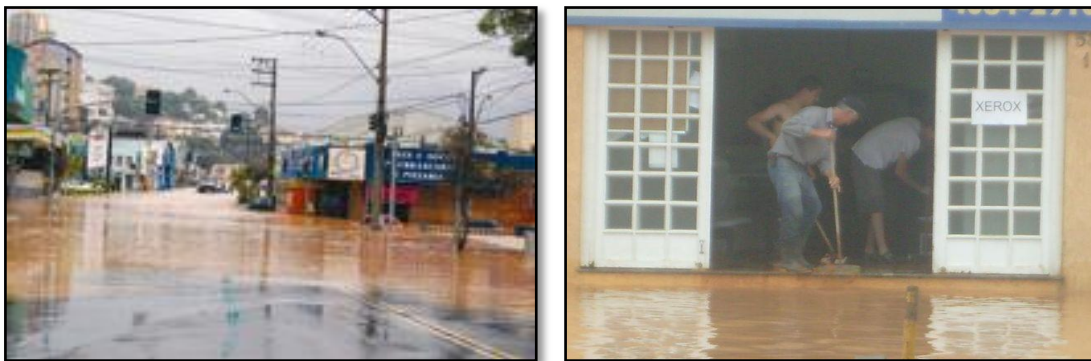


Figura 8.1: a) Av. José Gomes da Rocha Leal que teve 11 imóveis interditados. b) Comércio atingido.

Neste mesmo período, em março de 2011, o Ribeirão Lavapés voltou a inundar, causando alagamentos em dois pontos: Praça Luiz Apezato- Vila Municipal (rodoviária velha) e Av. Antonio Pires Pimentel- Lavapés, onde a altura da água chegou a 50 centímetros, com uma chuva de 31 mm. Em ambos os pontos a água chegou a invadir os imóveis e afetar dois carros. O mau tempo ocasionou, ainda, o rompimento de cabos de energia em diversos pontos da cidade.

Embora se tenha somente estes dois desastres registrados, ocorrem frequentemente alagamentos ao longo do Ribeirão Lavapés, que não geram prejuízos que caracterizem uma situação de emergência – Desastre, mas que geram danos materiais consideráveis à população afetada.

Em janeiro de 2012 a cidade foi novamente atingida por inundações. Em alguns locais pontuais, a altura da água chegou a 80 cm, de acordo com o jornal (BJD, 2012). No mês de março, a água chegou a níveis mais elevados, como se observa na Figura 8.2 (BJD, 2012):



Figura 8.2- Inundações em Bragança Paulista.



8.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

O orçamento detalhado do Plano Diretor de Macrodrenagem de Bragança Paulista considerou como base de dados, as tabelas do SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos para a região de São Paulo, planilhas do DNIT (informativo São Paulo) além do banco de dados da SIURB- Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB).

As planilhas do DNIT utilizadas para a elaboração do referido orçamento referem-se a julho de 2009, setembro de 2011 e janeiro de 2012, sendo aplicado ao custo total de cada item, uma taxa de correção (INCC) de 21,59%, 5,51% e 4,39%, respectivamente a planilha base de custos do DNIT utilizada.

Foi considerada também uma taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) de 25,00 % no orçamento, tanto para os itens de obras civis como também para materiais.

Para os itens de carga, descarga, transporte de materiais, foi adotada a distância média de transporte (DMT) de 10 km.

Os orçamentos detalhados da execução e dos materiais dos diversos itens que compõem o sistema encontram-se no Anexo 4.

8.3 ESTUDO ECONÔMICO

As diretrizes e metodologias apresentadas no presente documento, fruto dos roteiros formulados pelos organismos financiadores nacionais e internacionais, tiveram como objetivo primordial oferecer uma ferramenta que propicie condições, no sentido da solução técnica escolhida ter o devido respaldo e sustentação financeira.

Dentre as variáveis do estudo econômico abordado encontra-se as etapas de implantação, custos de implantação e operacionais, além dos benefícios gerados pela execução da obra.

De acordo com o método multicriterial utilizado no item 8.9.2, a prioridade de execução é do canal Lavapés decorrente do maior impacto ocasionado pelos eventos de inundação. A partir da priorização sugerida, criou-se etapas de implantação do sistema, observadas na Tabela 8.1 e Tabela 8.2.



Na esfera econômica, dentre as principais vantagens da implantação do sistema em etapas estão o objetivo de diluir o investimento total da obra, facilitando assim o pleiteamento de recursos junto ao órgão financiador além de propriamente facilitar o controle de medição do serviço.

8.3.1 CUSTOS DO SISTEMA

Os custos do sistema são divididos em custos de implantação e operacionais. As Tabela 8.1 e Tabela 8.2 contemplam o montante de cada uma destas parcelas para os cenários 4 e 5.

Tabela 8.1- Custos do sistema – Cenário 4

Cenário 4				
Canais	Custo Implantação total (R\$)	Custo de operação e manutenção (R\$)*		Etapa implantação
		canais	reservatórios	
Taboão	10.146.492.94	364.682.65	-	2
Toró	25.916.350.27	926.676.25	31.931.66	2
Santa Helena	5.737.748.24	99.738.32	41.618.53	2
Cidade Planejada	260.200.69	22.705.61	-	2
Lavapés	89.149.227.17	979.035.49	38.747.48	1
J. América	3.253.958.20	104.135.20	9.415.71	2
Itapechinga	8.801.763.47	393.769.26	19.102.58	2
Anhumas	5.805.563.30	115.237.67	-	2
Água Comprida	16.734.924.57	597.415.08	-	-

* Custos por evento de operação e manutenção

Tabela 8.2 - Custos do sistema - Cenário 5

Cenário 5				
Canais	Custo Implantação total (R\$)	Custo de operação e manutenção (R\$) *		Etapa implantação
		canais	reservatórios	
Taboão	7.379.199.87	364.682.65	-	2
Toró	25.916.350.27	902.690.45	12.557.92	2
Santa Helena	5.737.748.24	133.516.21	12.557.92	2
Cidade Planejada	255.960.68	22.705.61	-	2
Lavapés	87.928.016.32	979.035.49	38.747.48	1
J. América	1.815.624.23	134.403.53	-	2
Itapechinga	8.465.881.00	393.769.26	19.102.58	2



Anhumas	5.687.019.72	115.237.67	-	2
Água Comprida	15.138.252.32	597.415.08	-	-

* Custos por evento de operação e manutenção

Como foi ressaltado nas tabelas, os custos de operação e manutenção estão computados por evento, ou seja, não são anuais. A frequência operacional dos eventos de inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento são de 2 anos para os canais e 6 meses para os reservatórios.

Os custos de implantação acima apresentados são decorrentes do orçamento presente no Anexo 4, enquanto os custos operacionais dos canais decorrem da formulação de uma composição da equipe de trabalho, apresentadas nas Tabela 8.3 e Tabela 8.4.

Vale ressaltar que além dos gastos com a composição da equipe para limpeza de canais, soma-se ainda ao custo operacional total, gastos com levantamento batimétrico e ensecadeira.

Tabela 8.3: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 4

Detalhamento	Und	Composição de custos - Cenário 4							
		Tab.	Toró	S. H.	C. Planej.	Lvp.	Jardim A.	Itp.	Anh.
Serventes*	un.	6	6	6	6	6	6	6	5
Chefe Limpeza*	un.	1	1	1	1	1	1	1	1
Retroescavadeira*	un.	1	-	1	1	-	1	-	1
Escavadeira H.*	un.	-	1	-	-	1	-	1	-
Caminhão*	un.	2	2	2	2	2	2	2	2
Produtividade	m/dia	50	40	50	50	40	50	40	50
Tempo total	dias	36	42	29	6	45	31	36	37
Qtd. de frentes	un.	3	6	1	1	6	1	3	1

* Quantitativo por frente de trabalho

Tabela 8.4: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 5

Detalhamento	Und	Composição de custos - Cenário 5							
		Tab.	Toró	S. H.	C. Planej.	Lvp.	Jardim A.	Itp.	Anh.
Serventes *	un.	6	6	6	6	6	6	6	5
Chefe limpeza *	un.	1	1	1	1	1	1	1	1
Retroescavadeira *	un.	1	-	1	1	-	1	-	1
Escavadeira H. *	un.	-	1	-	-	1	-	1	-
Caminhão *	un.	2	2	2	2	2	2	2	2
Produtividade	m/dia	50	40	50	50	40	50	40	50
Tempo total	dias	36	50	40	6	45	40	36	37



Detalhamento	Und	Composição de custos - Cenário 5							
		Tab.	Toró	S. H.	C. Planej.	Lvp.	Jardim A.	Itp.	Anh.
Qtd. Frentes	un.	3	5	1	1	6	1	3	1

* Quantitativo por frente de trabalho

Assim como os custos operacionais dos canais, os custos dos reservatórios também possuem uma composição própria que dá origem aos valores apresentados nas tabelas de custos do sistema. A mesma segue na Tabela 8.5.

Tabela 8.5: Composição da equipe de trabalho para os reservatórios

Detalhamento	Tipo 1*		Tipo 2*		Tipo 3*	
	Qtd.	Tempo (h)	Qtd.	Tempo (h)	Qtd.	Tempo (h)
Engº especialista	1	8	1	8	1	8
Ajudante especializado	1	8	1	8	1	8
Chefe de limpeza	1	24	1	16	1	16
Serventes	4	24	4	16	4	16
Escavadeira H.	1	24	1	16	1	16
Caminhão basculante	1	24	1	16	1	16
Jardineiro	-	-	1	8	-	-

* Tipo 1 = Reservatório Moinhos ou taboão

* Tipo 2 = Reservatório com barramento em terra

* Tipo 3 = Reservatório com barramento em concreto

Análogo aos custos operacionais dos canais, além dos gastos com a equipe de trabalho dos reservatórios, terá ainda o custo com a execução de ensecadeiras para viabilizar a limpeza, já contemplados no montante final apresentado na Tabela 8.1 e Tabela 8.2.

8.3.2 BENEFÍCIOS ESPERADOS

Segundo Canholi, 2005, a quantificação dos benefícios decorrentes da implantação de uma obra de drenagem urbana talvez seja a atividade mais complexa do seu planejamento, porque a tangibilidade dos benefícios é restrita. De acordo com o mesmo autor, um dos enfoques mais adotados é a quantificação dos danos evitados a bens e propriedades, atrasos nas viagens, prejuízos no comércio e serviços, e outros.

A quantificação econômica dos benefícios esperados pode ser realizada a partir da fórmula:



$$VMEx = Px \cdot Vx$$

Tal que:

VMEx – Benefício esperado da alternativa ou nível de proteção (x);

Px – Probabilidade de excedência da vazão de projeto ou de ocorrência do dano, associada à aplicação da alternativa de proteção (x);

Vx – Valor dos danos evitados da alternativa ou proteção (x).

Para quantificação do valor dos danos evitados (Vx) é necessário a aplicação da seguinte fórmula:

$$Cd = Kd \cdot Me \cdot h \cdot A \cdot U$$

Tal que:

Cd – Dano direto evitado (R\$);

Me – Valor de mercado das edificações por unidade de área (R\$/m²);

Kd – Coeficiente médio obtido de eventos históricos (0,15/m);

h – Profundidade média da inundação (m);

A – Área inundada (m²);

U – Proporção de ocupação com edificações na área total inundada;

De acordo com os dados fornecidos pela defesa civil do município contemplando as áreas usualmente inundadas foram simulados eventos de inundação de diferentes escalas nestes locais, visando alcançar um cenário mais próximo à realidade para estimar os benefícios alcançados com a execução desta obra.

A situação proposta foi um cenário de inundação de 1 metro de lâmina d'água excedente com período de recorrência de 10 anos, e outro com frequência de 1.5 anos com lâmina d'água excedente de 0,25 m, conforme observado na Figura 8.3.

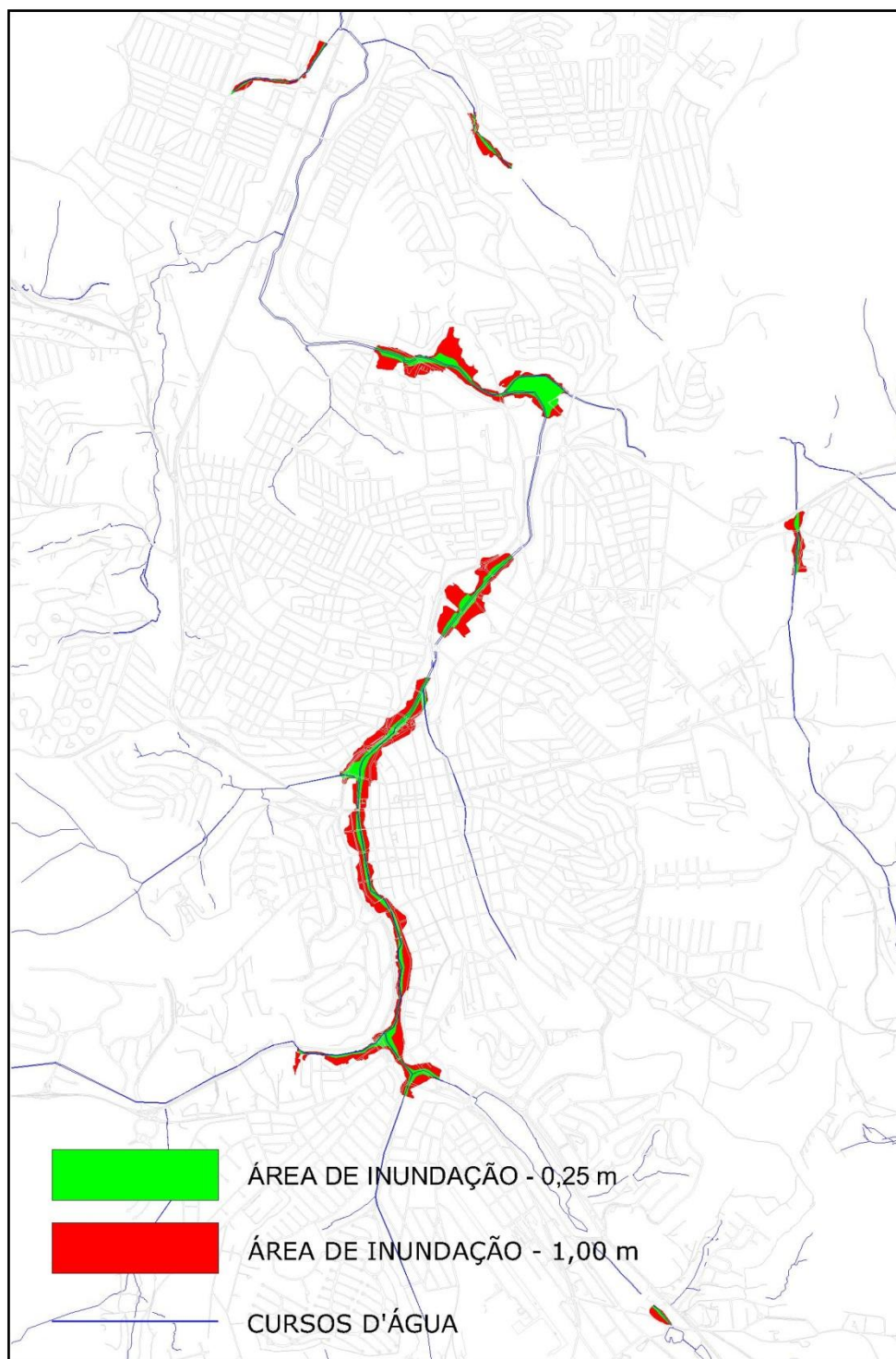


Figura 8.3- Áreas de inundação para os 2 cenários propostos.



Em áreas de grande circulação de veículos é importante considerar os custos de interrupção ou atraso no tráfego. O tempo perdido pelos passageiros dos veículos e motoristas durante as interrupções de tráfego foram economicamente quantificados segundo Canholi, 2005 e reajustados pelo IPCA acumulado do período vigente (JAN./2004 – hoje), conforme ilustrado na tabela a seguir.

Tabela 8.6: Custo/h por passageiro

Custo/h por passageiro (R\$/h)		
Categoria	Reajustado pelo IPCA acum. (54,72%)	01/2004 (Fonte: Canholi, 2005)
Veículos particulares	15.47	10.00
ônibus	6.19	4.00
caminhões	6.19	4.00

Tabela 8.7: Estimativa da frota atingida

Estimativa de frota atingida				
Quantitativo	Lâmina 1 m.		Lâmina 0,25 m.	
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2
Frota de Veículos particulares (un.)	16,709	6,691	5,820	913
Frota de Ônibus (un.)	534	115	186	29
Frota de Caminhões (un.)	600	129	209	33

Consideradas a estimativa de frota atingida na tabela anterior e adotando para os custos devido ao tráfego uma razão entre passageiros e veículos os valores de:

- 1,5 passageiro por veículo particular (inclusive caminhões)
- 50 passageiros por ônibus.

Sugerindo para os eventos de inundação com lâmina d'água de 1 m. um período médio de tempo perdido em congestionamento de 3,5 horas e 2,5 horas para a inundação com lâmina d'água de 0,25 m, encontramos na Tabela 8.8 e Tabela 8.9 os custos relacionados ao tráfego, assim como os custos diretos e indiretos, além de efetivamente o benefício anual esperado com o projeto.

Tabela 8.8: Benefícios gerados para a inundação de 10 anos com a implementação da obra

Inundação de 10 anos - Lâmina 1 m.		
Quantitativo	Etapa 1	Etapa 2
Área inundada (m²)	509,016.45	109,906.79
Área atingida (m²)	119,723.49	11,757.62



Inundação de 10 anos - Lâmina 1 m.		
Quantitativo	Etapa 1	Etapa 2
Altura média inundação (m)	1.00	1.00
Razão de ocupação (U)	0.24	0.11
Custo direto + custo indireto (R\$)	22,663,656.66	2,225,717.47
Custos devido ao tráfego (R\$)	1,955,602.62	422,253.56
Frequência inundação anual sem obra	0.1	0.1
Frequência inundação anual com obra	0.01	0.01
Benefício anual (R\$)	2,215,733.33	238,317.39

Tabela 8.9: Benefícios gerados para a inundação de 1.5 anos com a implementação da obra

Inundação de 1.5 anos - Lâmina 0,25 m.		
Quantitativo	Etapa 1	Etapa 2
Área inundada (m ²)	177,310.79	27,803.96
Área atingida (m ²)	59,403.39	2,462.48
Altura média inundação (m)	0.25	0.25
Razão de ocupação (U)	0.34	0.09
Custo direto + custo indireto (R\$)	2,811,265.28	116,536.73
Custos devido ao tráfego (R\$)	486,581.86	76,300.51
Frequência inundação anual sem obra	1.5	1.5
Frequência inundação anual com obra	0.01	0.01
Benefício anual (R\$)	4,913,792.23	287,327.50

Desta forma, para a etapa inicial do sistema obteremos um benefício de 7,129,525.57 R\$ anuais, enquanto que na implantação da etapa posterior o montante total será de 7,655,170.46 R\$.

8.3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE

A análise econômica de um projeto avalia sua viabilidade e o impacto de sua implantação com relação à ótica da sociedade como um todo, enquanto que a análise financeira analisa sua viabilidade particularmente do ponto de vista da empresa ou indivíduo.

Desta forma, a elaboração do estudo de viabilidade, contida neste tópico, foi abordada por 2 métodos de acordo com o solicitado no termo de referência, sendo eles a taxa interna de retorno (TIR) e análise de benefício-custo, tal que em qualquer das situações:

- ✓ todos os custos foram expressos em valores monetários constantes, não se



levando em consideração a inflação;

- ✓ os custos financeiros e de transferência tais como juros, depreciação, taxas e amortização de dívidas também não foram considerados;
- ✓ a taxa de desconto utilizada para efeitos de cálculo foi a taxa SELIC, equivalente a 8,5%, sendo equivalente ao custo de oportunidade do capital que refletirá a rentabilidade mínima esperada do projeto, ou seja, o *custo do benefício perdido em outras “aplicações”* em função da realização deste projeto;
- ✓ a vida útil média utilizada para obras de infraestrutura é de 30 anos;
- ✓ não foi considerado o Ribeirão Água Comprida nos cálculos devido ao mesmo não pertencer à bacia do Lavapés e por consequência, não haver base cadastral disponível para maiores estudos;

Apresentadas as considerações para aplicação das metodologias, segue na Tabela 8.10 e Tabela 8.11 os fluxos de caixa dos cenários 4 e 5.

Tabela 8.10: Fluxo de Caixa - Cenário 4

Cenário 4				
Ano	Implantação (R\$)	Operação e manutenção (R\$)	Benefício (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)
0	89.149.227,17	0,00	89.149.227,17	0,00
1	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
2	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
3	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
4	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
5	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
6	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
7	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
8	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
9	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
10	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
11	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
12	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
13	0,00	77.494,96	77.494,96	7.129.522,49
14	0,00	1.056.530,45	1.056.530,45	7.129.522,49
15	59.922.077,11	77.494,96	59.999.572,07	7.129.522,49
16	0,00	3.287.612,36	3.287.612,36	7.655.166,72
17	0,00	281.631,91	281.631,91	7.655.166,72
18	0,00	3.287.612,36	3.287.612,36	7.655.166,72
19	0,00	281.631,91	281.631,91	7.655.166,72



Cenário 4				
Ano	Implantação (R\$)	Operação e manutenção (R\$)	Benefício (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)
20	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72
21	0.00	281.631.91	281.631.91	7.655.166.72
22	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72
23	0.00	281.631.91	281.631.91	7.655.166.72
24	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72
25	0.00	281.631.91	281.631.91	7.655.166.72
26	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72
27	0.00	281.631.91	281.631.91	7.655.166.72
28	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72
29	0.00	281.631.91	281.631.91	7.655.166.72
30	0.00	3.287.612.36	3.287.612.36	7.655.166.72

TIR	2.543%
C/B	1.487

Tabela 8.11: Fluxo de Caixa - Cenário 5

Cenário 5				
Ano	Implantação (R\$)	Operação e manutenção (R\$)	Benefício (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)
0	87.928.016.32	0.00	87.928.016.32	0.00
1	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
2	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
3	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
4	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
5	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
6	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
7	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
8	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
9	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
10	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
11	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
12	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
13	0.00	77.494.96	77.494.96	7.129.522.49
14	0.00	1.056.530.45	1.056.530.45	7.129.522.49
15	55.257.784.01	77.494.96	55.335.278.97	7.129.522.49
16	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
17	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
18	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
19	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
20	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72

**Cenário 5**

Ano	Implantação (R\$)	Operação e manutenção (R\$)	Benefício (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)
21	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
22	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
23	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
24	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
25	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
26	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
27	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
28	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72
29	0.00	165.931.80	165.931.80	7.655.166.72
30	0.00	3.211.972.67	3.211.972.67	7.655.166.72

TIR	3.026%
C/B	1.450

Para este estudo de viabilidade econômica e financeira do projeto, foram definidos duas metodologias para tomada de decisão:

- Análise do TIR e TMA;
- Análise custo/benefício;

Na primeira das metodologias, através da análise da TIR e TMA, o objetivo é descobrir qual seria a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto para um horizonte de projeto de 30 anos. A TIR é a taxa necessária para igualar o valor presente de um investimento com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa.

Já a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Ela também é entendida como a taxa de desconto ao qual se aplicam métodos em comparação em relação a um período de tempo, como o Valor Presente Líquido (VPL).

Para o estudo em questão, utilizou-se uma TMA anual de 8,5%, baseado na taxa SELIC atual, de acordo com o item 8.3.3. Desta forma, para um investimento ser economicamente atrativo, a TIR deve ser maior que a TMA, caso contrário, o investidor irá investir em outro projeto com maior perspectiva de rentabilidade. Entre vários investimentos, o melhor será aquele que tenha a maior Taxa Interna de Retorno.



Considerando a TIR anual para cada cenário conforme ilustrado na Tabela 8.12 encontrada através dos fluxos de caixas apresentados (ver Tabela 8.10 e Tabela 8.11), comparados aos 8,5% anuais da TMA, conclui-se que a implantação do sistema de macrodrenagem não se torna economicamente atrativo para um período de 30 anos.

Tabela 8.12 - Tabela resumo da TIR dos cenários

Concepção	TIR	TMA
Cenário 4	2.543%	8.5%
Cenário 5	3.026%	

Outra metodologia realizada para determinar a viabilidade do projeto foi a análise custo/benefício. A mesma é retratada pela razão entre o valor presente dos custos e dos benefícios do fluxo de caixa do projeto, de acordo com a fórmula a seguir:

$$C/B = \frac{VP \text{ custos}}{VP \text{ benefícios}}$$

De acordo com a aplicação da fórmula obteremos um projeto viável caso o resultado seja menor que 1, ou seja, o valor dos custos descontados no tempo sejam menores que o valor dos benefícios também descontados. Quando obtiver a relação = 1, chegamos ao ponto em que o projeto se paga exatamente no período de projeto avaliado, e quando a mesmo atingir valor superior a 1, o projeto passa a ser inviável, visto que o investimento não retorna totalmente durante o período de projeto avaliado.

Para a realidade específica do projeto, a Tabela 8.13 ilustra a relação custo/benefício dos cenários 4 e 5.

Tabela 8.13 - Tabela resumo custo/benefício

Concepção	C/B
Cenário 4	1.487
Cenário 5	1.450

Analisando as duas metodologias abordadas, percebe-se que ambos os cenários retratam uma situação desvantajosa, inviabilizando a implantação do sistema.

Isto se deve basicamente a dois fatores: O primeiro deles é a baixa densidade populacional existente no entorno de alguns córregos afluentes ao Lavapés, retratando uma baixa relação de *hab/km de canal*, ocasionando um alto investimento para um baixo benefício esperado. Outro aspecto relevante, e que de certa forma vai de encontro ao



primeiro, é a utilização de TR de 50 e 100 anos (dependendo da seção do canal) sugerida pelo Manual do DAEE, aliados a modelagem hidrológica contemplando o cenário de impermeabilização futura do município, ocasionando estrapolamento de grande parte das calhas naturais dos cursos d'água e necessitando intervenção em sua grande maioria, encarecendo a obra.

8.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO

A análise multicritério é uma técnica de auxílio à decisão que permite tratar, simultaneamente, de situações que envolvem aspectos de natureza diferenciada, como os econômicos, sociais, políticos e ambientais. Em uma decisão, frequentemente, se busca alcançar mais de um objetivo, mesmo quando se trata de situações comuns do dia a dia (BRAGA, 2002).

Como já mencionado anteriormente em outros capítulos deste projeto, foram simulados diversos cenários no âmbito da macrodrenagem urbana no município de Bragança Paulista, para que se pudessem avaliar quais são as melhores alternativas para solucionar a problemática das enchentes.

A análise multicritério neste projeto terá duas vertentes de tomada de decisão; uma delas relativa à qual alternativa de intervenção dos cursos d'água estudados é a mais apropriada após a análise dos diversos critérios propostos, já a segunda decisão refere-se à hierarquização das sub-bacias elementares, demonstrando quais delas tem maior prioridade de intervenção de acordo com as diversas características existentes ponderadas.

8.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS

Os processos de análise multicritério, são importantes ferramentas para auxílio de tomada de decisão, onde é necessário definir qual decisão deve ser tomada, considerando a incidência de eventos desconhecidos que podem afetar os resultados, os possíveis cursos de ação e os próprios resultados.

O principal objetivo da análise multicritério é fornecer subsídios, que possam auxiliar no processo de discussão sobre quais são as melhores alternativas, mediante a uma determinada questão.



Estas abordagens foram desenvolvidas para problemas que incluem aspectos qualitativos e/ou quantitativos, tendo como base o princípio de que a experiência e o conhecimento das pessoas é pelo menos tão valioso quanto os dados utilizados para a tomada de decisão.

8.5.1 EXECUÇÃO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIOS

A análise multicritérios é desenvolvida em etapas que, de modo geral, podem ser representadas da seguinte maneira (SOARES, 2003):

a) Formulação do problema. De um modo bastante simplista, corresponde, a saber, sobre o que se quer decidir.

b) Determinação de um conjunto de ações potenciais. Os atores envolvidos na tomada de decisão devem constituir um conjunto de ações (alternativas) que atendam ao problema colocado.

c) Elaboração de uma família coerente de critérios. Definição de um conjunto de critérios que permita avaliar os efeitos causados pela ação ao meio ambiente. Segundo (SOARES, 2003), esta é uma tarefa longa, com sucessivas aproximações entre os objetivos desejados e a possibilidade de atendimento com os recursos financeiros, tempo e conhecimentos disponíveis. Para a construção de critérios, normalmente são utilizados elementos estruturais denominados parâmetros e indicadores. Hierarquicamente, os parâmetros, que são dados mais diretos e simples (geralmente dados cardinais), estariam na base da estrutura de construção. Em nível intermediário, se encontrariam os indicadores, representando conjuntos de dados de natureza diferente agregados em uma característica mais sintética (geralmente informações ordinais), seguidos em um nível superior pelos critérios.

d) Avaliação dos critérios. Esta etapa é, geralmente, formalizada através de uma matriz de avaliações ou tabela de performances, na qual as linhas correspondem às ações a avaliar e as colunas representam os respectivos critérios de avaliação previamente estabelecidos.



e) Determinação de pesos dos critérios e limites de discriminação. Os pesos traduzem numericamente a importância relativa de cada critério. A ponderação de critérios pode ser realizada através de várias técnicas como: hierarquização de critérios, notação, distribuição de pesos, taxa de substituição, regressão múltipla, jogos de cartas, etc.

f) Agregação dos critérios. Consiste em associar, após o preenchimento da matriz de avaliação e segundo um modelo matemático definido, as avaliações dos diferentes critérios para cada ação. As ações serão em seguida comparadas entre si por um julgamento relativo do valor de cada ação.

8.5.2 *MODELO SELECIONADO – AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)*

O método AHP foi desenvolvido pelo Professor Thomas L. Saaty, em relação a este modelo Gartner (2001) destaca: planejamento de bacias hidrográficas, ponderação dos critérios de avaliação de desempenho de um sistema de irrigação, avaliação de impactos ambientais de projetos hídricos e planejamento de estratégias energéticas.

O AHP é uma ferramenta muito útil por ser uma boa medida da hierarquia dos princípios, critérios, indicadores e verificadores (MENDOZA, MACOUN, PRABHU, SUKADRI, & PURNOMO). Ele aborda a tomada de decisão arranjando os componentes importantes de um problema dentro de uma estrutura hierárquica similar a uma árvore genealógica, como mostra a Figura 8.4 adaptada (GOMES & MOREIRA, 1998).

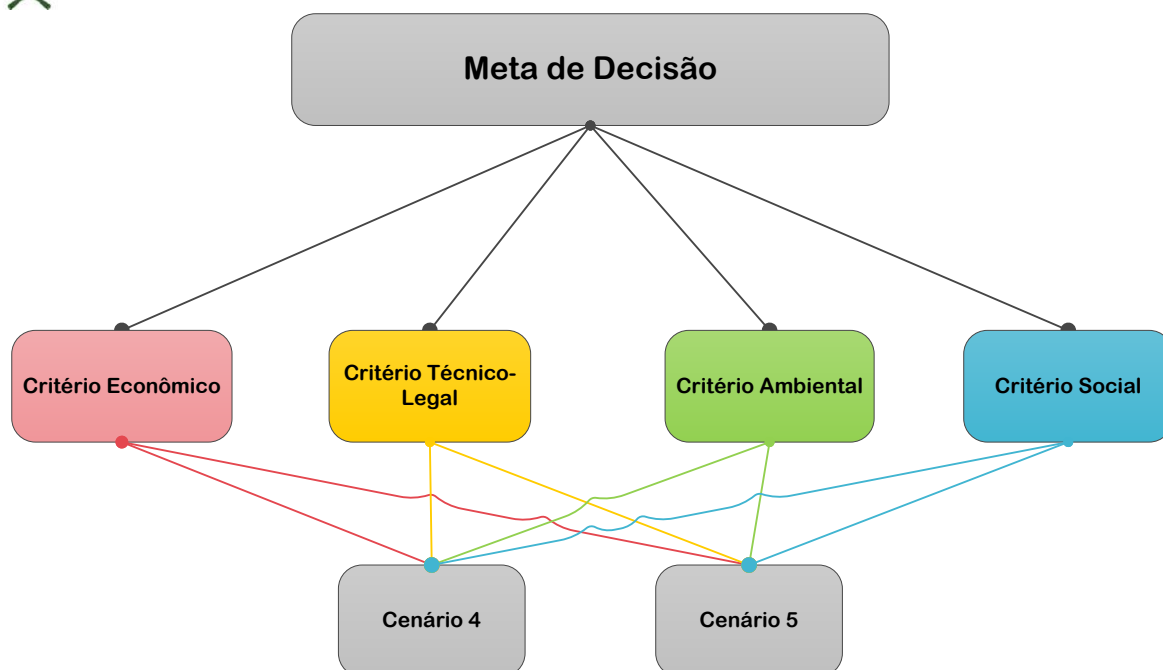


Figura 8.4 - Estrutura hierárquica genérica de problemas de decisão.

8.6 CENÁRIOS PROPOSTOS - AVALIAÇÃO SOB OS DIFERENTES CRITÉRIOS

A aplicação da metodologia proposta para análise dos diferentes critérios mencionados no termo de referência do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Bragança Paulista, já foi explicitada anteriormente, entretanto se faz necessária uma breve explanação geral acerca de cada critério utilizado. Os critérios avaliados foram de ordem econômica, técnico-legal, ambiental e social.

8.6.1 CRITÉRIO ECONÔMICO

Atualmente na maioria dos processos de tomada de decisão, os critérios econômicos são de ordem determinante, inclusive na esfera de processos que envolvem a drenagem urbana. Alguns outros aspectos, outrora desconsiderados vêm sendo avaliados, tais como; ambiental e social o que não minimiza a importância dos aspectos econômicos.



8.6.1.1 TIR

Para avaliar a dimensão econômica será utilizada a TIR (Taxa Interna de Retorno), que considera diversos critérios para avaliar se um determinado empreendimento é ou não viável, sob o ponto de vista econômico, salienta-se que os cálculos referentes a obtenção da TIR encontram-se no item 8.3.3. Salienta-se que para ponderação deste critério considerou-se que a taxa SELIC anual é a situação ideal, e, portanto valores distintos a esse possuem peso menor na avaliação. Dessa forma, este critério procura verificar qual a alternativa se configura como o melhor investimento.

8.6.2 CRITÉRIO TÉCNICO-LEGAL

Nesta etapa devem ser considerados os critérios técnicos referentes às implicações hidráulicas, hidrológicas e de alteração física no meio de implantação do sistema de drenagem urbana.

A partir desses critérios, os impactos da urbanização podem ser avaliados, em função de parâmetros como a vazão e o tempo de retorno na área de influência. Essa dimensão tem fundamental importância na minimização dos riscos de inundação. Salienta-se, contudo que as alternativas técnicas estão sempre atreladas a questões de legislação ou normas, sendo assim as duas foram incluídas de forma conjunta em virtude da dependência da esfera técnica. Nesta dimensão, espera-se avaliar a adequação do sistema de drenagem urbana à legislação vigente. Para tal, será necessária a conferência da existência de Planos Diretores, Leis Federais de Recursos Hídricos, Leis Estaduais, Códigos de Posturas Municipais, entre outros.

8.6.2.1 ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO

Este subcritério procura avaliar se as alternativas propostas se apresentam em conformidade em relação aos dispositivos legais tais como, leis, normas e resoluções pertinentes às alternativas propostas.

8.6.2.2 ALTERAÇÕES NO MEIO FÍSICO

Este subcritério indica se a alternativa proposta ocasionou maiores ou menores alterações do meio físico, na área de influência da respectiva alternativa.



8.6.2.3 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DA VAZÃO DE PICO

Este subcritério analisa de a alternativa estudada, possui características que a tornem capaz de conduzir a vazão de pico de cheias, em conformidade com o tempo de retorno apropriado.

8.6.2.4 TEMPO DE RETORNO ANALISADO PARA INUNDAÇÕES DENTRO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

Este subcritério é descrito pelo indicador de atendimento do objetivo de promover a minimização dos riscos de inundação na área de influência do sistema de macrodrenagem urbana, a adoção de tempos de retorno apropriados é um importante parâmetro para a concepção de projetos macrodrenagem. Sendo assim, este critério avalia se a alternativa apresentada possui tempo de retorno adequado ao porte da intervenção proposta por cada cenário.

8.6.2.5 CONFIABILIDADE

Este critério avalia a confiabilidade do sistema de drenagem urbana leva em consideração a complexidade de monitoramento do funcionamento do sistema, a possibilidade de ações corretivas para prever antecipadamente a ocorrência de falhas e os riscos de comprometimento das funções do sistema.

8.6.3 CRITÉRIO AMBIENTAL

Nesse critério, serão avaliados associados aos impactos ambientais originados pelos sistemas de drenagem urbana. Os critérios utilizados na metodologia proposta avaliam a produção de odores e a capacidade de minimizar problemas ambientais. Essas avaliações são fundamentais para que se tenha um sistema adequado às necessidades locais e que cumpra sua função técnica, ambiental e social.

8.6.3.1 PROBLEMAS DE ODORES

Este subcritério visa avaliar se a alternativa avaliada tem a possibilidade de ocasionar problemas relativos a odores. Em especial os oriundos do lançamento ilícito de esgotos na rede de drenagem.



8.6.3.2 *CAPACIDADE DE MIMIMIZAR PROBLEMAS AMBIENTAIS*

Este subcritério tem o intuito de avaliar se uma alternativa possui a capacidade de evitar problemas ambientais, especialmente no que tange a problemática de inundações nas imediações dos cursos d'água.

8.6.4 *CRITÉRIO SOCIAL*

Os critérios sociais visam avaliar sobre as questões relacionadas ao bem-estar da população afetada pelos sistemas de drenagem urbana.

8.6.4.1 *NECESSIDADE DE INTERVENÇÃO NA PROPRIEDADE PRIVADA*

Para o cálculo desse critério, faz-se o uso de um indicador que considera a razão entre a área ocupada pelo sistema de drenagem urbana e a área de desapropriação necessária para instalação.

8.6.4.2 *ACEITAÇÃO SOCIAL DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA*

Como os cenários avaliados são hipotéticos, a discussão com a população pode ser feita ao longo de todo o processo para qualquer dos cenários. A única ressalva entre eles é a possibilidade de envolvimento da comunidade no processo de manutenção do sistema

8.6.4.3 *RISCOS E VULNERABILIDADE A SAÚDE PÚBLICA*

Os riscos e vulnerabilidades associados à área de drenagem urbana serão focados na visualização da ocorrência de doenças. Frequentemente as inundações tornam-se responsáveis por significativos agravos à saúde, à medida que a água escoar sobre superfícies, contaminando-se por resíduos de latrinas, tanques sépticos e redes coletoras de águas residuárias (KOLSKY, 2000).

Para avaliação desse critério, verificou-se a possibilidade que cada alternativa, oferecia risco de contato da água drenada com a população.



8.7 PONTUAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS POR MEIO DE AFIRMATIVAS SUBCRITERIAIS

Depois de concluída a hierarquização de todos os critérios e também dos respectivos subcritérios, com seus pesos adotados já explicitados, passar-se-á para a fase de pontuação das afirmativas dos subcritérios.

Com esses valores determinados, o agente decisor procede à ponderação da pontuação dada para cada subcritério, através da aplicação do seu respectivo peso relativo. O peso relativo do subcritério é, portanto, o fator de ponderação da pontuação subcriterial.

Sendo assim, obtém-se o valor final da pontuação ponderada do subcritério sob análise, que representa o quanto efetivamente ele contribui para que uma determinada alternativa seja mais apropriada do que outra.

8.8 PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS

A definição da pontuação dos critérios foi estabelecida por meio do somatório (médias) das pontuações ponderadas dos seus respectivos subcritérios. Obtém-se, assim, o resultado da pontuação do critério, que deverá, portanto ser ponderada pelo seu respectivo peso relativo, representando o quanto este critério contribui para a adoção ou para a rejeição de determinada alternativa.

Esta pontuação, quando normalizada (escala percentual), pode ser interpretada também como um índice de recomendação parcial relacionado ao critério em questão, uma vez que este índice explicita a influência daquele critério no cômputo geral da ferramenta, representado pelo seu índice de recomendação final.

8.8.1 DEFINIÇÃO E RESULTADOS DAS CATEGORIAS DE DESEMPENHO SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O desempenho dos sistemas de drenagem poderá ser alocado em seis categorias (Tabela 8.14):



Tabela 8.14 - Distribuição das Categorias

Categoria	Pontuação
Ótimo	10
Muito Bom	8
Bom	6
Regular	4
Ruim	2
Muito Ruim	0

Os critérios foram classificados conforme mostra a Tabela 8.15. Já as pontuações dos critérios analisados se encontram na Tabela 8.16 e o resultado final com os pesos atribuídos na Tabela 8.17.

Tabela 8.15 - Classificação dos critérios utilizados e pesos

Classificação	Critério	Peso
1	Econômicos	0.225
2	Técnico-Legal	0.300
3	Ambientais	0.250
4	Sociais	0.225
Total		1

Tabela 8.16 - Pontuação dos critérios avaliados

Critérios	Subcritério	Alternativa (Cenário)		Média Cenário 4	Média Cenário 5
		4	5		
1	TIR	5	5	5	5
	Atendimento à Legislação	10	10		
	Alterações no Meio Físico	8	8		
2	Capacidade de Condução da Vazão de Pico	9	9	9.40	9.40
	Tempo de Retorno de Projeto	10	10		
	Confiabilidade	10	10		
3	Problemas de Odores	8	9		
	Capacidade de Minimizar Problemas Ambientais	9	9	8.50	9.00
	Necessidade de intervenção na propriedade privada	8	8		
4	Aceitação Social do Sistema de Drenagem Urbana	7	7	7.33	7.67
	Riscos e Vulnerabilidade à Saúde Pública	7	8		



Tabela 8.17 - Resultado da Avaliação das alternativas

Critérios	Peso	Alternativa (Cenário)	
		4	5
Econômicos	0.225	5	5
Técnico-Legal	0.300	9.40	9.40
Ambientais	0.250	8.50	9.00
Sociais	0.225	7.33	7.67
Resultado Final Ponderado	1.000	7.72	7.92

O resultado final, demonstrou que a alternativa do cenário 5 mostrou-se levemente mais vantajoso que a alternativa do cenário 4.

8.9 HIERARQUIZAÇÃO DAS BACIAS ELEMENTARES

Para que se possam definir as etapas de intervenções prioritárias nos cursos d'água aos quais foram executados projetos básicos, foram avaliados critérios físicos das bacias elementares.

Os critérios avaliados foram; áreas das bacias elementares (Figura 8.5), comprimento dos cursos d'água inseridos no território de cada bacia de estudo e vazão de pico na exutória. Inicialmente havia-se avaliado a possibilidade de inserir o grau de urbanização das bacias, entretanto este critério foi excluído, em virtude do cadastro do município estar incompleto, não contemplando todo o objeto de estudo, sendo assim esta análise poderia não refletir a realidade existente.

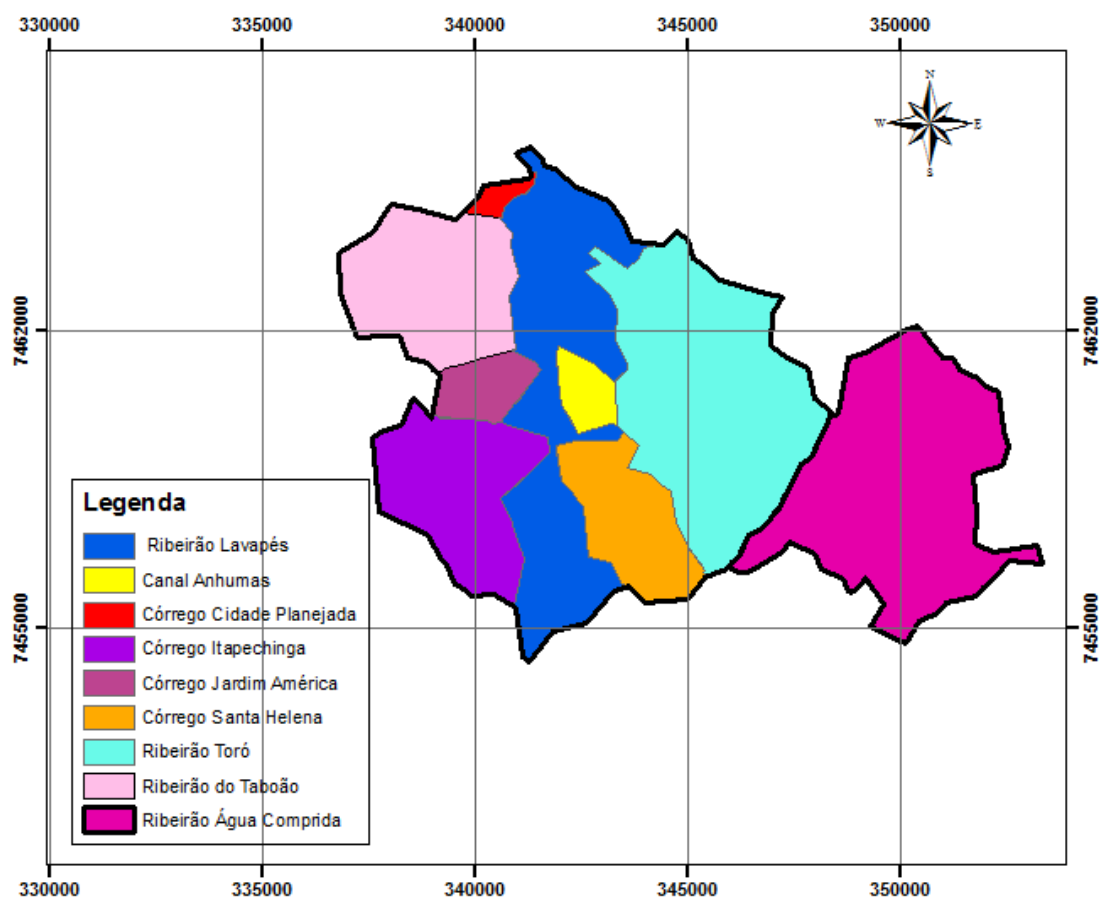


Figura 8.5 - Bacias elementares.

8.9.1 PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS

A pontuação dos critérios é distinta da utilizada para os cenários, porém a metodologia de avaliação e concepção foi preservada. As classes de valores variaram de 1 a 5, valores esses relativos à magnitude do resultado proposto para o critério dentro de cada bacia hidrográfica.

8.9.1.1 ÁREA DA BACIA

Para este critério foram estabelecidas cinco classes de igual magnitude. O critério de pontuação pode ser verificado na Tabela 8.18 e o resultado na Tabela 8.19.



Tabela 8.18 - Pontuação para área da bacia

Área da Bacia (km ²)	Pontuação
Até 5	1
5 a 10	2
10 a 15	3
15 a 30	4
Acima de 30	5

Tabela 8.19- Avaliação do Critério Área da Bacia

Curso D'água	Área (km ²)	Pontuação
Bacia do Ribeirão Lavapés	82.39	5
Bacia do Ribeirão Água Comprida	25.77	4
Bacia do Ribeirão Toró	25.35	4
Bacia do Córrego Itapechinga	11.64	3
Bacia do Ribeirão do Taboão	12.42	3
Bacia do Córrego Santa Helena	7.67	2
Bacia do Córrego Jardim América	2.97	1
Bacia do Canal Anhumas	1.96	1
Bacia do Córrego Cidade Planejada	0.76	1

8.9.1.2 EXTENSÃO DOS CURSOS D'ÁGUA CONTIDOS NA BACIA ELEMENTAR

Para este critério, foram avaliadas as extensões médias de todos os cursos d'água contidos na bacia elementar. Dessa forma fica evidenciado o porquê dos comprimentos dos cursos d'água da bacia do Ribeirão Lavapés ser bem superior aos dos demais, em virtude de ser o somatório todos os cursos d'água, pois a bacia do Ribeirão Lavapés é a bacia elementar de todas as bacias elementares mencionadas, exceto a do Ribeirão Água Comprida. Para este critério foram estabelecidas cinco classes de igual magnitude (Tabela 8.20), já o resultado pode ser visualizado na Tabela 8.21.



Tabela 8.20 - Pontuação para a extensão dos curso d'água

Comprimento dos Cursos D água(km)	Pontuação
até 1	1
1 a 2.5	2
2.5 a 5	3
5 a 10	4
Acima de 10	5

Tabela 8.21 - Avaliação do Critério Extensão dos cursos d'água

Curso D'água	Comprimento dos Cursos D água (km)	Pontuação
Bacia do Ribeirão Lavapés	40.261	5
Bacia do Ribeirão Água Comprida	7.214	4
Bacia do Ribeirão Toró	9.807	4
Bacia do Córrego Itapechinga	4.245	3
Bacia do Ribeirão doTaboão	7.802	4
Bacia do Córrego Santa Helena	3.309	3
Bacia do Córrego Jardim América	2.395	3
Bacia do Córrego Anhumas	1.813	2
Bacia do Córrego Cidade Planejada	0.875	1

8.9.1.3 VAZÃO MÉDIA

Para este critério, foi utilizada a vazão média do Cenário 1 na exutória de cada bacia elementar. Utilizou-se a vazão do cenário 1, pois a mesma se refere a situação atual, o que confere uma situação de equilíbrio dentre todos os cenários estudados, pois nos cenários modificados existem situações distintas que poderiam ocasionar interpretações errôneas ou tendenciosas. O critério de pontuação pode ser verificado na Tabela 8.22 e o resultado na Tabela 8.23.

Tabela 8.22 - Pontuação do critério de vazão

Vazão Média na Exutória (m³/s)	Pontuação
Até 30 m³/s	1
30 a 60	2
60 a 90	3
90 a 130	4
acima de 130	5



Tabela 8.23 - Avaliação do Critério de Vazão

Curso D'água	Vazão Média na Exutória (m³/s)	Pontuação
Bacia do Ribeirão Lavapés	188.131	5
Bacia do Ribeirão Água Comprida	32.056	2
Bacia do Ribeirão Toró	125.380	4
Bacia do Córrego Itapechinga	96.800	4
Bacia do Ribeirão do Taboão	62.682	3
Bacia do Córrego Santa Helena	27.386	1
Bacia do Córrego Jardim América	22.546	1
Bacia do Canal Anhumas	17.515	1
Bacia do Córrego Cidade Planejada	7.686	1

8.9.2 RESULTADO GERAL DAS BACIAS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Como os critérios analisados são todos de grandezas físicas, não foi adotado fator de ponderação com pesos atribuídos a cada critério, conforme ocorreu no 8.8.1. A Tabela 8.24 mostra o resultado final da análise das bacias elementares, com um ranking de prioridade de intervenção dos respectivos cursos d'água.

Tabela 8.24 - Resultado Final e Prioridades

Curso D'água	Pontuação Final	Ranking de Prioridade
Bacia do Ribeirão Lavapés	5.00	1
Bacia do Ribeirão Toró	4.00	2
Bacia do Ribeirão do Taboão	3.33	3
Bacia do Córrego Itapechinga	3.33	4
Bacia do Ribeirão Água Comprida	3.33	5
Bacia do Córrego Santa Helena	2.00	6
Bacia do Córrego Jardim América	1.66	7
Bacia do Canal Anhumas	1.33	8
Bacia do Córrego Cidade Planejada	1.00	9



9 REFERÊNCIAS

- BAPTISTA. (2005). Técnicas compensatórias em drenagem urbana. *ABRH*.
- BARBOSA. (2006). MANUAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM MATAS CILIARES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Instituto de Botânica*.
- BJD. (2012). *Prejuízos da última enchente na Av. José Gomes da Rocha Leal ainda são contabilizados*. Fonte: Bragança Jornal Diário (BJD): <http://bjd.com.br/site/imprime.not.php?id_editoria=8&id_noticia=3897
- BONDUKI. (2006). - Instrumentos Legais Necessários à Implantação de Parques Lineares. *Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura do Estado de São Paulo*.
- BRAGA, B. P. (2002). *Análise Multiobjetivo* (2ª ed.). Porto Alegre: ABRH.
- BragançaP. (2011). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Bragança Paulista - SP*. Bragança Paulista.
- CANHOLI, A. P. (2005). *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos.
- CARDOSO. (2008). DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO EM CURSOS D'ÁGUA EM ÁREAS URBANAS. *Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais*.
- CHANSON, H. (1996). Prediction of the transition nappe/skimming flow on a stepped channel. *Journal of Hydraulic Research* volume 34.
- CHOW, V. (1959). *Open channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill. . New York: McGraw-Hill. .
- COSTA. (1996). DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE, POR MEIO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS. *PERMANENTE, POR MEIO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS*, 121-27.
- CRUZ. (2008). Avaliação dos cenários de planejamento na Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 13 n.3, 59-71.
- FCTH. (1999). *Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo*. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo.
- FCTH. (1999). *Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo*. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo.
- FUNASA. (2006). Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento. Orientações Técnicas*. 3. ed. rev, 408.



- GAMEIRO, M. (2008). PROBLEMAS GEOAMBIENTAIS PROVOCADOS PELA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA, SP. *Revista UnG – Geociências* V.7, N.1, 48-63.
- GARTNER, I. R. (2001). *Avaliação ambiental de projetos em bancos de desenvolvimento*. Brasília: Universa.
- GB, 2. (s.d.). *GAZETA BRAGANTINA*. Fonte: http://www.gazetabragantina.com.br/detalhe_noticias.php?codigo=6099
- GOMES. (1981). Aspectos qualitativos das águas de escoamento superficial urbano. *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos*, 541-552.
- GOMES, L. F., & MOREIRA, A. M. (1998). Da informação à tomada de decisão: Agregando valor através dos métodos multicritério.
- Google, E. (2012). *Google Street View*. Acesso em Setembro de 2012, disponível em Bragança Paulista.
- IPT. (2010). *Estudo dos processos erosivos e de assoreamento na sub-bacia de contribuição do lago Taboão no município de Bragança Paulista, SP*. Bragança Paulista -SP.
- JUNIOR. (2005). Instrumentos legais pertinentes à gestão do solo e da água urbanos e sua inserção nas políticas públicas. *Revista de Gestão da América Latina*, 52.
- JUSCLIP. (s.d.). Acesso em Junho de 2012, disponível em Notícias Jurídicas: <http://jusclip.com.br/propostas-de-braganca-paulista-ao-governo-estadual/>
- KOBIYAMA. (2011). Identificação dos riscos. *Emergência*.
- KOBIYAMA, M. (2004). Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais. *Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais* (pp. p. 834-846). Florianópolis: SC.
- KOLSKY, P. e. (2000). *Drainage performance indicators in developing countries*.
- MATHIAS, P. L. (1999). *Em busca dos marcos perdidos: história de Bragança*. Bragança Paulista: EDUSF.
- MENDOZA, G. A., MACOUN, P., PRABHU, R., SUKADRI, D., & PURNOMO, H. (s.d.). Guidelines for applying multi-criteria analysis to de assessment of criteria and indicators.
- PEREIRA. (2005). A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos: da Experiência Francesa à Prática Brasileira. *Tese de Doutorado, IPH/UFRGS*.
- PNS. (2008). *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Acesso em Junho de 2012, disponível em IBGE:



http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf

PORTO, R. (2006). *Hidráulica Básica*. São Paulo: EESC-USP.

PREUSS, e. a. (2011). ADEQUAÇÃO ESTRUTURAL E AMBIENTAL PARA A DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: o caso do Recife, Pernambuco. *XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Maceió, Alagoas, Brasil.

SABESP. (01 de 12 de 2011). *Sabesp assina contratos do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas*. Acesso em 05 de 06 de 2012, disponível em SABESP: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoId=66&id=3301>

SELLES. (2001). Revitalização de rios – orientação técnica. . *SEMADS*, 78.

SEMADS. (2001). *Rios e Córregos - Preservar, Conservar, Renaturalizar*. Rio de Janeiro.

SHS. (2011). Projeto para Obras de Infraestrutura, Estudos Hidráulicos e Hidrológicos para o Município de Bragança Paulista. São Carlos.

SILVA. (2006). ESTIMATIVA DE LARGURA DE FAIXA VEGETATIVA PARA ZONAS RIPÁRIAS: UMA REVISÃO. *I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003*, 74-86.

SILVEIRA. (2009). Taxa não é Cobrança: Uma Proposta para a Efetiva Aplicação do Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos para a Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 14 n.4* , 71-80.

SIMONS, D. e. (1977). Flood flows, stages and damages. *Fort Collins: Colorado State University*.

SOARES, S. R. (2003). Análise multicritério com instrumento de gestão ambiental. *Dissertação de Mestrado*. Florianópolis: UFSC.

SPEZIALI. (2005). Estágio Atual da implementação da Cobrança pelo uso da água no Brasil. *Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul*.

STROHMEIER. (2003). Vegetative filter strips. Water quality protection tips for farmer. *University of Kentucky*.

TOSCANO, M. (1999). Estudo dos dissipadores de energia para obras hidráulicas de pequeno porte. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

TUCCI. (2005). *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Brasília.

TUCCI, C. (1995). *Gestão das Inundações Urbanas*. Porto Alegre-RS.

UFSC. (2011). *Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: Volume São Paulo*. Florianópolis, SC: CEPED.



Anexo1: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 3



Anexo 2: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 4



Anexo 3: SIMULAÇÃO HIDRÁULICA CENÁRIO 5



Anexo 4: ORÇAMENTOS



CONTRATADA:

Adriano Augusto Ribeiro, Eng^a Sanitarista
SANETAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.