

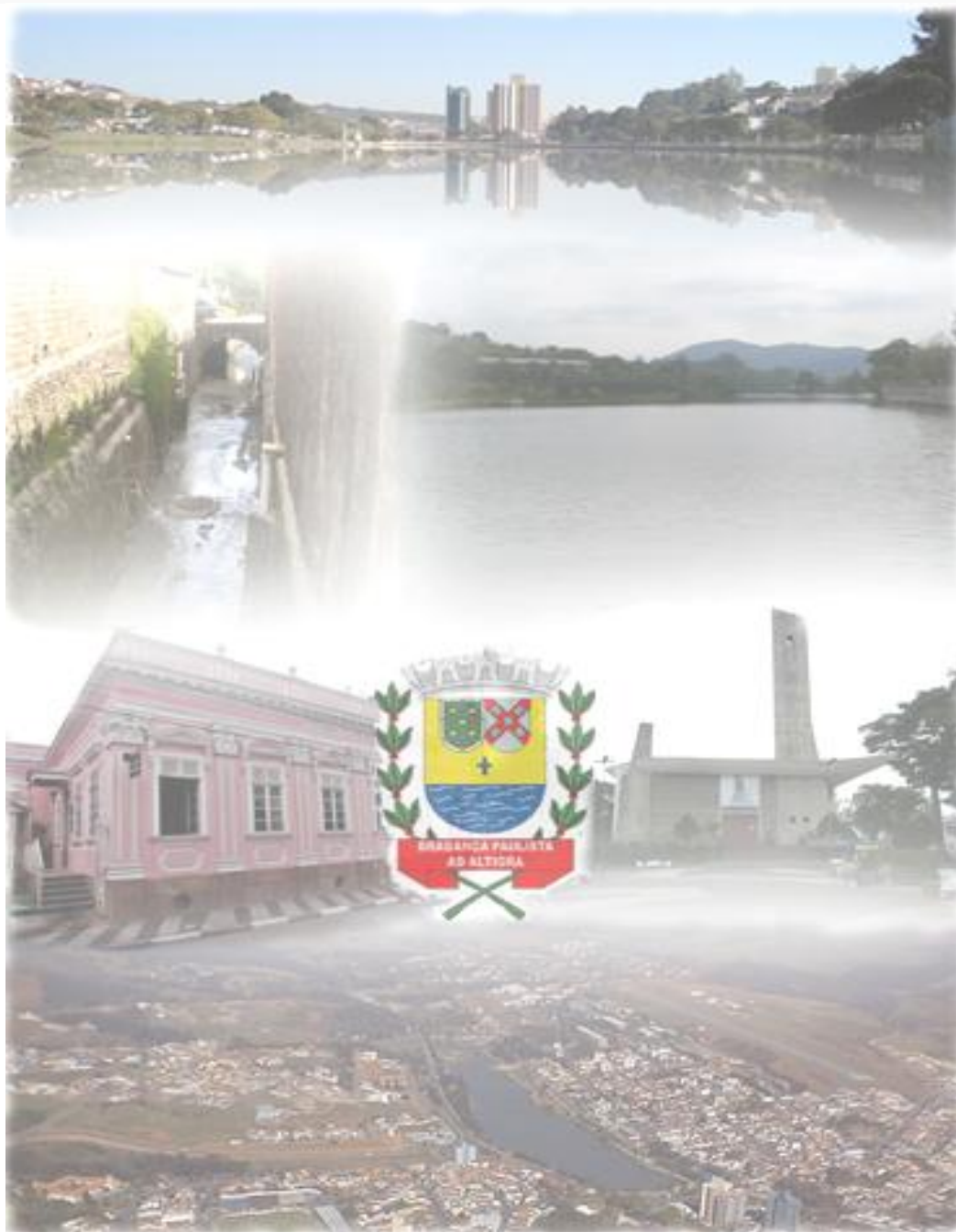


PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

CONTRATANTE

Síntese Geral - Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Bragança Paulista
Metas e Ações Específicas para cada Bacia Elementar

RELATÓRIO V



Sanetal
ENGENHARIA & CONSULTORIA

CONSULTORA
CÓD DO PROJETO / DEPTO

AGOSTO DE 2012

Pj_010-2011/ DRENAGEM URBANA

ÍNDICE ANALÍTICO

ÍNDICE ANALÍTICO	2
ÍNDICE DE TABELAS	6
1 GENERALIDADES	8
1.1 PROJETO	8
1.2 LOCALIZAÇÃO	8
1.3 ESTUDOS E PROJETOS DESENVOLVIDOS	8
1.4 METODOLOGIA UTILIZADA	8
1.5 CÓDIGO PROJETO	8
2 CONSULTOR	9
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	11
4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	12
4.2 HIDROGRAFIA	12
4.3 ÁREAS PERMEÁVEIS	13
4.4 ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)	15
5 REGIME DE CHUVAS	17
5.1 ESTAÇÕES PLUVIMÉTRICAS	17
5.2 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS	18
6 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	20
6.1 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA	20
6.2 CÓDIGO DE URBANISMO	22
6.3 CÓDIGO DE OBRAS	22
6.4 LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA	23
7 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	24
8 ESTUDO POPULACIONAL	25
8.1 HORIZONTE DE PROJETO	25
8.2 MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL	25
8.3 PROJEÇÃO PELAS LINHAS DE TENDÊNCIA	25
8.4 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO	26
9 EXPANSÃO DA MANCHA URBANA E PERMEABILIDADE DO SOLO	28
9.1 EXPANSÃO DA MANCHA URBANA	28
9.2 PERMEABILIDADE DO SOLO	28
10 CADASTRO DAS UNIDADES DE DRENAGEM.	29



10.1	<i>CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES</i>	29
10.2	<i>MÉTODO E EQUIPAMENTO</i>	30
10.3	<i>RESULTADOS</i>	30
11	<i>ESTUDO HIDROLÓGICO</i>	31
11.1	<i>DIVISÃO E CONCEPÇÃO DAS SUB-BACIAS</i>	32
12	<i>CENÁRIOS</i>	33
13	<i>MEDIDAS ESTRUTURAIS - PROJETO BÁSICO DOS CANAIS E PROPOSIÇÃO DE RESERVATÓRIOS</i>	34
13.1	<i>ALTERNATIVAS LEVANTADAS</i>	34
13.1.1	MODIFICAÇÕES NOS CANAIS EXISTENTES	34
13.1.2	MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE CANAIS EXISTENTES	36
13.1.3	RESERVATÓRIOS DE RETENÇÃO	38
13.1.4	DISSIPADOR DE ENERGIA	40
13.1.5	DEMAIS MEDIDAS ESTRUTURAIS PROPOSTAS	40
14	<i>ÁREA DE INFLUÊNCIA</i>	42
15	<i>PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS</i>	44
15.1	<i>DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS</i>	44
15.2	<i>ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO</i>	46
15.3	<i>LEGISLAÇÃO DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS</i>	47
15.4	<i>PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÃO</i>	48
15.5	<i>PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA</i>	50
15.6	<i>PROJETOS DE RENATURALIZAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA</i>	51
15.6.1	PLANTIO DE VEGETAÇÃO E TÉCNICAS ASSOCIADAS	53
15.6.2	PROPOSTA DE PARQUES LINEARES	54
16	<i>ANÁLISE ECONÔMICA</i>	60
16.1	<i>HISTÓRICO DE DESASTRES POR INUNDAÇÕES</i>	60
16.2	<i>CUSTO DE IMPLANTAÇÃO</i>	62
16.3	<i>ESTUDO ECONÔMICO</i>	62
16.3.1	CUSTOS DO SISTEMA	63
16.3.2	BENEFÍCIOS ESPERADOS	66
16.3.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE	69
16.4	<i>ANÁLISE MULTICRITÉRIO</i>	72
16.5	<i>CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS</i>	72



16.5.1	MODELO SELECIONADO – AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)	73
16.6	CENÁRIOS PROPOSTOS - AVALIAÇÃO SOB OS DIFERENTES CRITÉRIOS	73
16.7	PONTUAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS POR MEIO DE AFIRMATIVAS SUBCRITÉRIAS	74
16.8	PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS	75
16.8.1	DEFINIÇÃO E RESULTADOS DAS CATEGORIAS DE DESEMPENHO SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	75
16.9	HIERARQUIZAÇÃO DAS BACIAS ELEMENTARES	76
16.9.1	PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS	77
16.9.2	RESULTADO GERAL DAS BACIAS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	80
17	METAS E AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CADA BACIA ELEMENTAR	81
17.1	BACIA DO RIBEIRÃO LAVAPÉS	82
17.1.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	82
17.1.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	82
17.2	BACIA DO RIBEIRÃO TORÓ	85
17.2.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	85
17.2.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	86
17.3	BACIA DO RIBEIRÃO DO TABOÃO	87
17.3.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	87
17.3.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	88
17.4	BACIA DO CÓRREGO ITAPECHINGA	89
17.4.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	89
17.4.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	90
17.5	BACIA DO RIBEIRÃO ÁGUA COMPRIDA	91
17.5.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	91
17.5.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	92
17.6	BACIA DO CÓRREGO SANTA HELENA	93
17.6.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	93
17.6.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	94
17.7	BACIA DO CÓRREGO JARDIM AMÉRICA	95
17.7.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	95
17.7.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	96
17.8	BACIA DO CANAL ANHUMAS	97



17.8.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	97
17.8.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	97
17.9	BACIA DO CÓRREGO CIDADE PLANEJADA	98
17.9.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS	98
17.9.2	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	99
18	METAS E PRAZOS PARA AÇÕES ESPECÍFICAS EM CADA BACIA ELEMENTAR	101
19	REFERÊNCIAS	103
	CONTRATADA:	106
	ADRIANO AUGUSTO RIBEIRO, ENG^a SANITARISTA	106



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 - Mapa Hidrográfico do Município de Bragança Paulista Fonte: http://www.comitepcj.gov.br (adaptado).....	13
Figura 4.2 – Identificação das áreas permeáveis junto à mancha urbana no município de Bragança Paulista	14
Figura 4.3 - APAS do município de Bragança Paulista. Fonte: (http://www.ambiente.gov.br)	15
Figura 5.1 - Estações pluviométricas de Bragança Paulista	17
Figura 5.2 – Precipitação Média Mensal da Estação Bragança – Fumest.	18
Figura 6.1 - Macrozoneamento de Bragança Paulista Fonte: Plano Diretor de Bragança Paulista	21
Figura 11.1 – Fluxograma das etapas do estudo hidrológico.....	31
Figura 11.2 – Divisão das três bacias elementares em estudo do município de Bragança Paulista	32
Figura 13.1- Tipos de revestimentos mais comuns.	35
Figura 13.2- Seção 203: Resíduos de construção no fluxo fluvial.	37
Figura 13.3- Seção 193: Margem desprotegida.....	37
Figura 13.4- Seção 168: resíduos sólidos no rio.	37
Figura 13.5- Seção 164: Cultivo impróprio e erosão.	37
Figura 13.6- R7, Santa Helena.....	39
Figura 13.7- R8, Ribeirão do Toró.....	39
Figura 13.8- R9, Jardim América.	39
Figura 13.9- R10 (inferior) e R11, Santa Helena.....	39
Figura 13.10- R12, Ribeirão do Toró.....	39
Figura 15.1- Extraído do Mapa de Macrozoneamento do município de Bragança Paulista.....	46
Figura 15.2 - Esquema de implantação de um sistema de alerta.....	49
Figura 15.3- Localização da zona ripária	52
Figura 15.4- Proteção de margem: a) depois do crescimento de brotos. b) com instalação de faxinas de salgueiro.	53
Figura 16.1: a) Av. José Gomes da Rocha Leal que teve 11 imóveis interditados. b) Comércio atingido.	61
Figura 16.2- Inundações em Bragança Paulista.....	62
Figura 16.3- Áreas de inundação para os 2 cenários propostos.	67
Figura 16.4 - Estrutura hierárquica genérica de problemas de decisão.	73
Figura 16.5 - Bacias elementares.....	77
Figura 17.1 – Hierarquização das Bacias Elementares de acordo com o Método Multicriterial.	81
Figura 17.2 - Fluxograma de um sistema de previsão e alerta de inundações	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Dados gerais do município.....	11
Tabela 4.2 - Censo populacional de Bragança Paulista.	11
Tabela 4.3 – Rodovias de acesso ao município de Bragança Paulista	12
Tabela 4.4 - Áreas permeáveis	14
Tabela 4.5 – APA's em que o município de Bragança Paulista está inserido.....	16
Tabela 8.1 - Projeção populacional para os municípios de Bragança Paulista.	26
Tabela 10.1 – Caracterização das unidades de drenagem de Bragança Paulista	29
Tabela 12.1 – Cenários simulados para avaliação e dimensionamentos hidráulicos necessários	33
Tabela 13.1 - Reservatórios propostos.....	38
Tabela 14.1- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 4.	42
Tabela 14.2- Desapropriações necessárias considerando o Cenário 5.	43
Tabela 15.1: Relação entre o benefício da zona ripária e o tipo de vegetação predominante	52
Tabela 16.1 - Custos do sistema - Cenário 4.....	63
Tabela 16.2 - Custos do sistema - Cenário 5.....	64
Tabela 16.3: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 4	64
Tabela 16.4: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 5	65
Tabela 16.5: Composição da equipe de trabalho para os reservatórios.....	65
Tabela 16.6: Custo/h por passageiro	68
Tabela 16.7: Estimativa da frota atingida.....	68
Tabela 16.8: Benefícios gerados para a inundação de 10 anos com a implementação da obra.....	68
Tabela 16.9: Benefícios gerados para a inundação de 1.5 anos com a implementação da obra.....	69
Tabela 16.10 - Tabela resumo da TIR dos cenários.....	70
Tabela 16.11 - Tabela resumo custo/benefício	71



Tabela 16.12 – Critérios e Subcritérios da Análise Multicriterial	74
Tabela 16.13 - Distribuição das Categorias	75
Tabela 16.14 - Classificação dos critérios utilizados e pesos	75
Tabela 16.15 - Pontuação dos critérios avaliados	76
Tabela 16.16 - Resultado da Avaliação das alternativas	76
Tabela 16.17 - Pontuação para área da bacia	78
Tabela 16.18- Avaliação do Critério Área da Bacia	78
Tabela 16.19 - Pontuação para a extensão dos curso d'água	78
Tabela 16.20 - Avaliação do Critério Extensão dos cursos d'água	79
Tabela 16.21 - Pontuação do Critério de Vazão	79
Tabela 16.22 - Avaliação do Critério de Vazão	79
Tabela 16.23 - Resultado Final e Prioridades	80
Tabela 17.1 – Lista de escolas municipais pertencentes à bacia elementar do Ribeirão Lavapés	83
Tabela 17.2 – Lista de Escolas Municipais da Bacia Elementar do Ribeirão Toró	86
Tabela 17.3 – Lista de escolas municipais na bacia elementar do Ribeirão do Taboão	88
Tabela 17.4 – Lista das escolas municipais da bacia elementar do Córrego Itapechinga	90
Tabela 17.5 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Ribeirão Água Comprida	92
Tabela 17.6 – Escola estadual localizada na bacia elementar do Córrego Santa Helena	94
Tabela 17.7 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Canal Anhumas.	98
Tabela 17.8 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Córrego Cidade Planejada	100
Tabela 18.1 – Prazos e metas especificadas para cada bacia elementar analisada	101



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

- ✓ Diagnóstico Ambiental com ênfase na elaboração Plano Diretor de Macrodrenagem de Bragança Paulista;

1.4 METODOLOGIA UTILIZADA

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

1.5 CÓDIGO PROJETO

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 N°. 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 AndressaTasca

Engº 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 quinta parte do estudo, no qual é desenvolvida uma síntese geral de todas as etapas anteriores do estudo direcionadas para a construção do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Bragança Paulista, incluindo o diagnóstico ambiental com ênfase na macrodrenagem, subdividido por bacias elementares.



4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A Tabela 4.1 apresenta os dados gerais para caracterização do município de Bragança Paulista.

Tabela 4.1 – Dados gerais do município

Bragança Paulista		
DADOS GERAIS	Estado	São Paulo
	Microrregião	Bragança Paulista
	Coordenadas	Latitude: 22°57'07" Sul Longitude: 46°32'31" Oeste
	Altitude (m)	817
	Economia	Agropecuária, indústria e turismo
	Área (km²)	513,59
	População - ano 2010 (hab)	146.744
	Densidade demográfica (hab/km²)	286,26
	IDH - ano 2000	0,82
HIDROGRAFIA	Bacia Hidrográfica	Paraná
	Sub-bacias Hidrográficas	Rio Jaguari (70%)
		Rio Atibaia (30%)
RIO JAGUARI	Nascente	Serra da Cantareira (Minas Gerais)
	Principal afluente	Rio Camanducaia
	Afluentes urbanos (Bragança Paulista)	Ribeirão Lava-pés
		Córrego Toró
	Importância econômica	Represamento (Sistema Cantareira) Abastecimento (Região Metropolitana São Paulo)
RIO PIRACICABA	Formação	Rio Jaguari + Rio Atibaia
	Unidade de Gerenciamento de RHI	UGRHI 5 (PCJ)
	Foz	Rio Tietê (entre Barra Bonita e Santa Maria da Serra)
GEOLOGIA	Pré-cambriano	Granitos e granitoides polidiapíricos
		Biotita gnaisses
		Migmatito bandado
	Cenozoico	Formação sedimentar aluvionar
		Formação sedimentar continental indiferenciado
GEOMORFOLOGIA	Altitude média (m)	700 e 800
	Picos (m)	1.100 (Serra da Bocaina) 1.258 (Serra da Guaripocaba)
	Planície aluvial	Margens do Rio Jaguari
	Serras e morros	Restante do município
PEDOLOGIA	Tipo de solo	Argissolo Vermelho-amarelo Argissolo Vermelho
SISTEMA VIÁRIO	Área urbana (km)	450

De modo a caracterizar quantitativamente a população do município de Bragança Paulista a Tabela 4.2 apresenta o número de habitantes do município desde a década de 70.

Tabela 4.2 - Censo populacional de Bragança Paulista.

População total (habitantes)



População total (habitantes)	
1970	63.676
1980	84.050
1991	108.980
2000	125.031
2010	146.744

Fonte: IBGE

4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

Bragança Paulista localiza-se na região nordeste do estado de São Paulo, sendo sede da microrregião Bragantina, que abrange outros 16 municípios. O município está localizado em um importante centro econômico no estado, distante cerca de 90 km do município de São Paulo, e 65 km de Campinas.

Seus limites são: Pedra Branca, Pinhalzinho e Tuiuti ao norte, Vargem e Piracaia a leste, Atibaia e Jarinu ao sul, e Itatiba e Morungaba a oeste. A Tabela 4.3 apresenta as rodovias de acesso ao município de Bragança Paulista.

Tabela 4.3 – Rodovias de acesso ao município de Bragança Paulista

Acessos	
Município	Acesso
Atibaia, Vargem	Rod. Fernão Dias (BR-381)
Campinas	Rod. Dom Pedro II – até Atibaia
São Paulo	Rod. Pres. Dutra e Rod. Fernão Dias
Itatiba	Rod. Alkindar Monteiro Junqueira (SP-063)
Piracaia	Rod. Padre Aldo Bollini (SP-063)
Tuiuti	Rod. Benvenuto Moretto (SP-095)
Pinhalzinho	Rod. Pedro Astenori Marigliani (SP-008)

Verifica-se no município, que o mesmo não apresenta aeroporto comercial, bem como transporte fluvial comercial. A rede ferroviária de Bragança Paulista foi desativada em 1967, não havendo transporte ferroviário atualmente no município.

4.2 HIDROGRAFIA

O município de Bragança Paulista está localizado na Bacia do Paraná, na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari, afluente do Rio Piracicaba.

O município de Bragança Paulista se encontra em sua maior parte (cerca de 70%),

incluindo toda a área urbana do mesmo, dentro da Sub-bacia do Rio Jaguari. O Rio Jaguari atravessa a cidade, e a área urbana do município apresenta alguns de seus afluentes, sendo os principais o Ribeirão do Lava-pés e o Córrego do Toró.

A Figura 4.1 apresenta o mapa hidrográfico do município de Bragança Paulista.

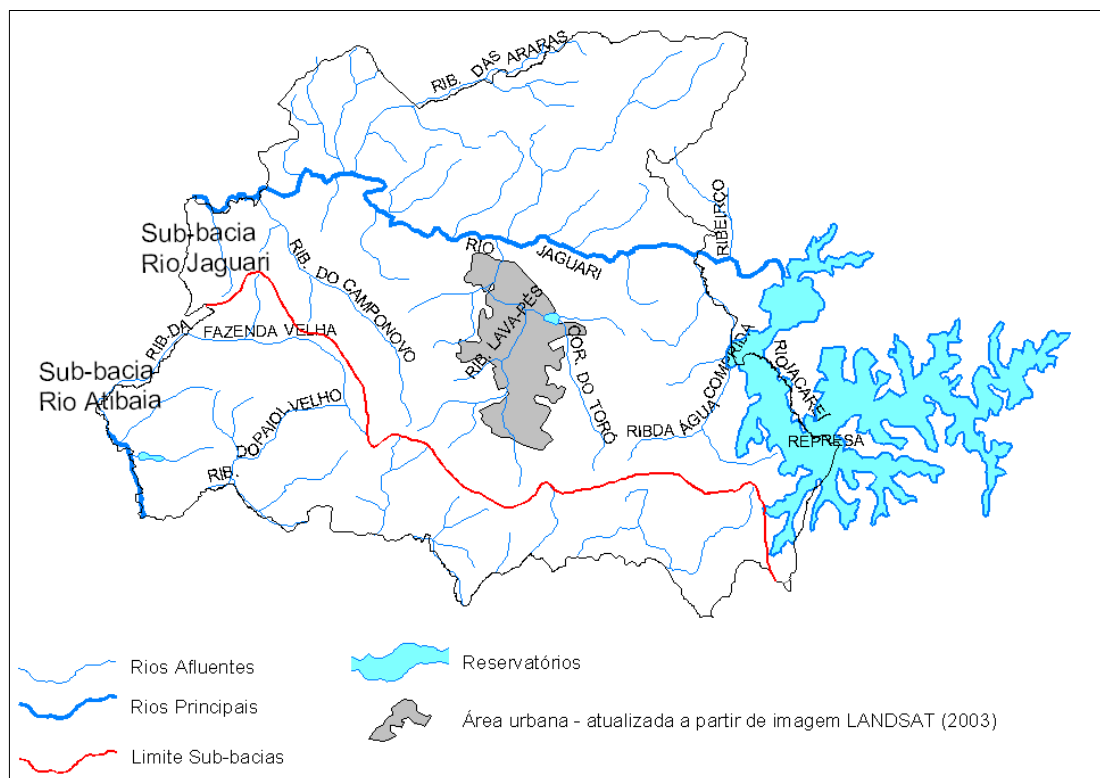


Figura 4.1 - Mapa Hidrográfico do Município de Bragança Paulista
Fonte: <http://www.comitepcj.gov.br> (adaptado)

4.3 ÁREAS PERMEÁVEIS

As áreas permeáveis de ocupação urbana foram escolhidas pela sua localização territorial e topografia adequada, além da viabilidade social e econômica para a implantação de alterações para obras de macrodrenagem, com terrenos não ocupados, áreas públicas e áreas de preservação, capazes de serem utilizadas hidricamente para obras de macrodrenagem.

A Tabela 4.4 apresenta uma lista de áreas permeáveis passíveis de serem utilizadas para readequação do sistema de drenagem do município.



Tabela 4.4 - Áreas permeáveis

Área Permeável	Local	Bairro	Área (ha)	Obs.
1	Av. Dr. Plínio Salgado	Jd. América I	2,70	Vegetação rasteira
2	Av. Dr. Plínio Salgado	Vila Gato	1,50	Vegetação rasteira
3	Av. Imigrantes	Lavapés	0,31	Praça
4	Av. Juscelino Kubitschek	Matadouro	2,09	
5	Rua Maracata	Jd. Dr. Julio de Mesquita	2,71	
6	Rua Alberto Diniz	Jd. América	0,57	Vegetação rasteira
7	Rua Alberto Diniz	Jd. Califórnia	0,24	Vegetação levemente densificada
8	Rua Vereador Vicente Vita	Residencial Berbari	0,84	Vegetação rasteira
9	Av. Coronel Daniel Peluso	Dist. Ind. São João Del Rei	1,36	Vegetação de pequeno e médio porte
10	Av. Coronel Daniel Peluso	Dist. Ind. São João Del Rei	1,38	Vegetação rasteira
11	Av. Coronel Daniel Peluso	Dist. Ind. São João Del Rei	1,39	Vegetação rasteira

A Figura 4.2 apresenta um panorama das áreas permeáveis existentes junto à mancha urbana do município. A numeração existente na figura é relativa à numeração das áreas permeáveis apresentadas na Tabela 4.4.



Figura 4.2 – Identificação das áreas permeáveis junto à mancha urbana no município de Bragança Paulista

4.4 ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

A Área de Proteção Ambiental é uma unidade de conservação criada a partir da Lei Federal nº 6.902 de 27 de abril de 1981, que permite os governos federal, estaduais e municipais a declarar determinadas áreas do seu território como área de interesse para a proteção ambiental, a fim de assegurar o bem-estar das populações humanas, a proteção, a recuperação e a conservação dos recursos naturais.

O município de Bragança Paulista está inserido em território de duas APAs: APA da Cantareira e a APA do Piracicaba / Juqueri Mirim (Área 2). Na Figura 4.3 é apresentada a localização das duas APAs no Estado de São Paulo.



Figura 4.3 - APAS do município de Bragança Paulista.

Fonte: (<http://www.ambiente.gov.br>)



A Tabela 4.5 apresenta uma breve descrição acerca das Áreas de Preservação Ambiental em que o município de Bragança paulista encontra-se inserido.

Tabela 4.5 – APA's em que o município de Bragança Paulista está inserido

APA SISTEMA CANTAREIRA	
Criação	Lei Estadual nº10.111, de 4 de dezembro de 1998 (Não regulamentada)
Área total (ha)	249.200
Atributos naturais	Recursos hídricos da região - reservatórios que compõem o Sistema, responsável pelo abastecimento da região metropolitana de SP
APA PIRACICABA / JUQUERI MIRIM (ÁREA 2)	
Criação	Lei Estadual nº7.438, de 14 de julho de 1991 (Não regulamentada)
Área total (ha)	280.330
Atributos naturais	Recursos hídricos da região e patrimônio ambiental representado pela paisagem formada pelos remanescentes de Mata Atlântica e sua fauna

5 REGIME DE CHUVAS

Serão apresentados dados de regime de chuvas da região do município de Bragança Paulista e a equação de chuvas intensas a ser adotada pelo Plano Municipal de Macrodrenagem.

5.1 ESTAÇÕES PLUVIMÉTRICAS

O município de Bragança Paulista apresenta treze estações pluviométricas para medição de chuvas ao longo do dia, sendo seis destas atualmente desativadas. As estações pluviométricas constituem importante fonte de dados para a realização das mais diversas obras civis, incluindo as de drenagem urbana. A Figura 5.1 apresenta a localização das 13 estações pluviométricas no município de Bragança Paulista.

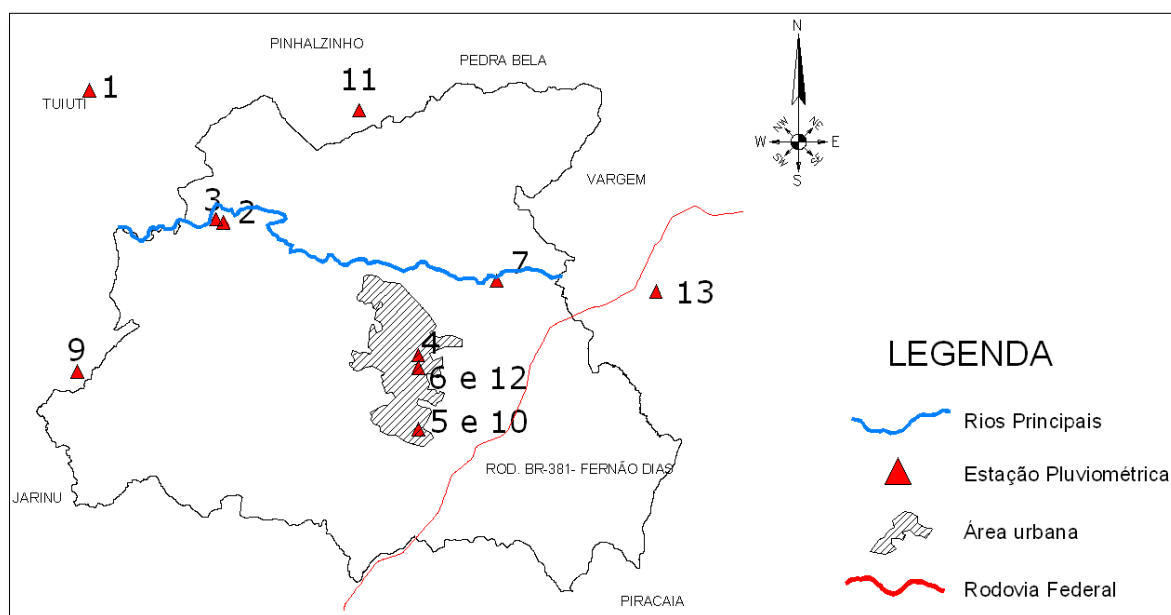


Figura 5.1 - Estações pluviométricas de Bragança Paulista

A Figura 5.2 apresenta a precipitação média mensal em forma de gráfico da Estação Pluviométrica Bragança Paulista – Fumest, do período entre Janeiro de 1982 e Dezembro de 1993, e entre Janeiro e Dezembro de 1995.

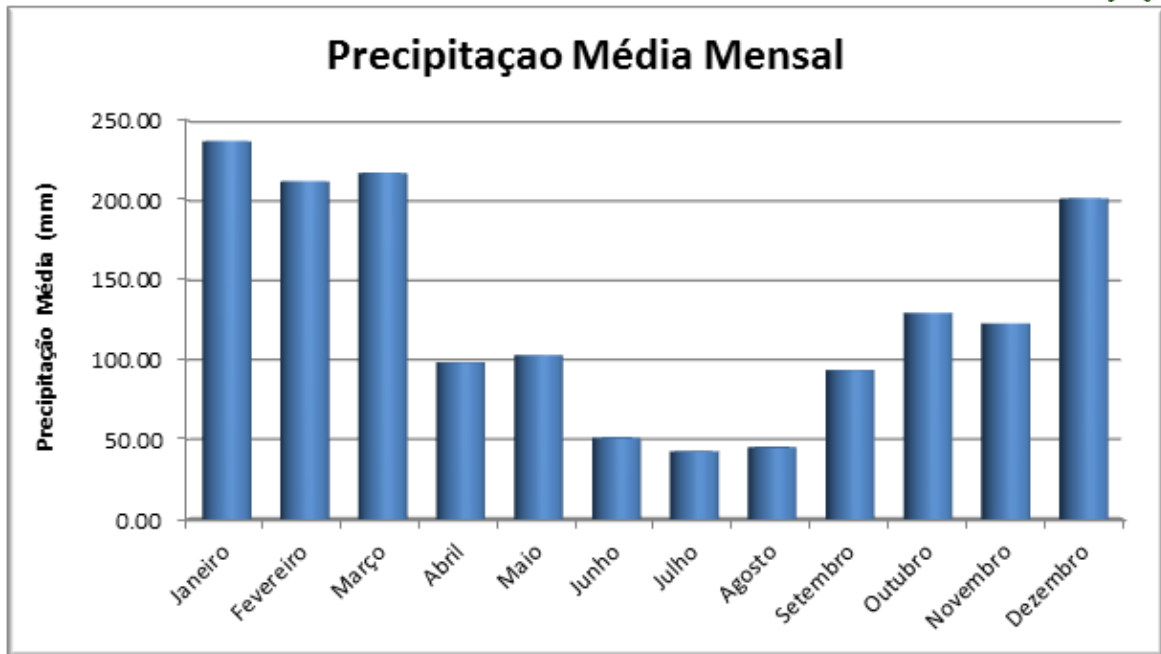


Figura 5.2 – Precipitação Média Mensal da Estação Bragança – Fumest.

5.2 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

O conhecimento das características das precipitações intensas, de curta duração, segundo o DAEE-USP, é de grande importância para o dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como: galerias de águas pluviais; canalizações de córregos; calhas de escoamento; bueiros; canais de irrigação; drenagem; vertedores de barragens.

Através de estudos realizados pelo Convênio DAEE-USP, foram elaboradas equações que relacionam intensidade, duração e período de retorno das precipitações para 30 localidades dentro do Estado de São Paulo, dentre eles, o Município de Bragança Paulista.

Os dados usados na equação de chuvas do município foram coletados da estação Bragança Paulista - Fumest, operada pela FCTH-DAEE, localizada a uma altitude de 860 metros e nas coordenadas geográficas de latitude 22°57' Sul e longitude 46°32' Oeste. Esses dados foram coletados por um período de 13 anos, de 1981 - 1986, de 1988 - 1993 e no ano de 1995. Abaixo é descrito equação de chuvas intensas do município elaborada através dos estudos realizados pelo convênio DAEE-USP:

$$i_{t,T} = 33,7895 * t + 30^{-0,8832} + 5,4415 * t + 10^{-0,8442} * [-0,4885 - 0,9635 \ln \ln \frac{T}{T-1}]$$



Onde:

i : intensidade da chuva, correspondete à duração t , e período de retorno T , em mm/min;

t : duração da chuva em minutos (entre 10 e 1.440);

T : período de retorno, em anos.



6 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Serão descritas nesse item as principais leis que tangem as obras de drenagem urbana para o município de Bragança Paulista.

6.1 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

O Plano Diretor é um instrumento de política de desenvolvimento social, cultural, econômico, ambiental e de planejamento territorial, aplicável a todo o território do município e referência obrigatória para os agentes públicos e privados que nele atuam (Art. 2º). O Plano Diretor foi instituído pela Lei Complementar nº 534/2007 de 16 de Abril de 2007, e zoneia o município em 12 zonas homogêneas, em relação às características de ocupação e utilização do solo: Macrozona Urbana, Macrozona de Expansão Urbana, Macrozona de Expansão Urbana Controlada, Macrozona de Contenção de Urbanização (1 e 2), Macrozona de Expansão Econômica, Macrozona de Expansão Industrial, Macrozona de Expansão Industrial Especial, Macrozona de Interesse Social, Macrozona Rural, Macrozona Rural Urbanizável, Macrozona de Proteção Ambiental e Macrozona de Proteção Permanente. A Figura 6.1 apresenta o macrozoneamento do município, de acordo com o Plano Diretor.

Em relação à drenagem urbana o Plano Diretor cita no Artigo 91º que “são elementos referenciais para o saneamento ambiental, de modo a melhorar as condições de vida da população no município e impedir a degradação dos seus recursos naturais, os seguintes sistemas”, destacando no Item III “Sistemas de Drenagem Urbana”.

Neste mesmo sentido, o zoneamento urbano e a previsão de crescimento da mancha urbana são de fundamental importância para o planejamento e dimensionamento do sistema de drenagem urbana que suporte uma demanda maior, em razão da maior área impermeabilizada futuramente no município.

No Artigo 99º do Plano Diretor, constitui-se como uma das diretrizes para gestão do patrimônio natural de Bragança Paulista, a preservação da vegetação das encostas com declividade superior a 45º (quarenta e cinco graus), ao longo dos cursos d'água e de linhas de drenagem natural e dos remanescentes de várzeas [...]. Essas diretrizes, de acordo com o Plano Diretor (Artigo 100º), serão implementadas mediante algumas medidas como a implementação de programas de proteção dos recursos hídricos.

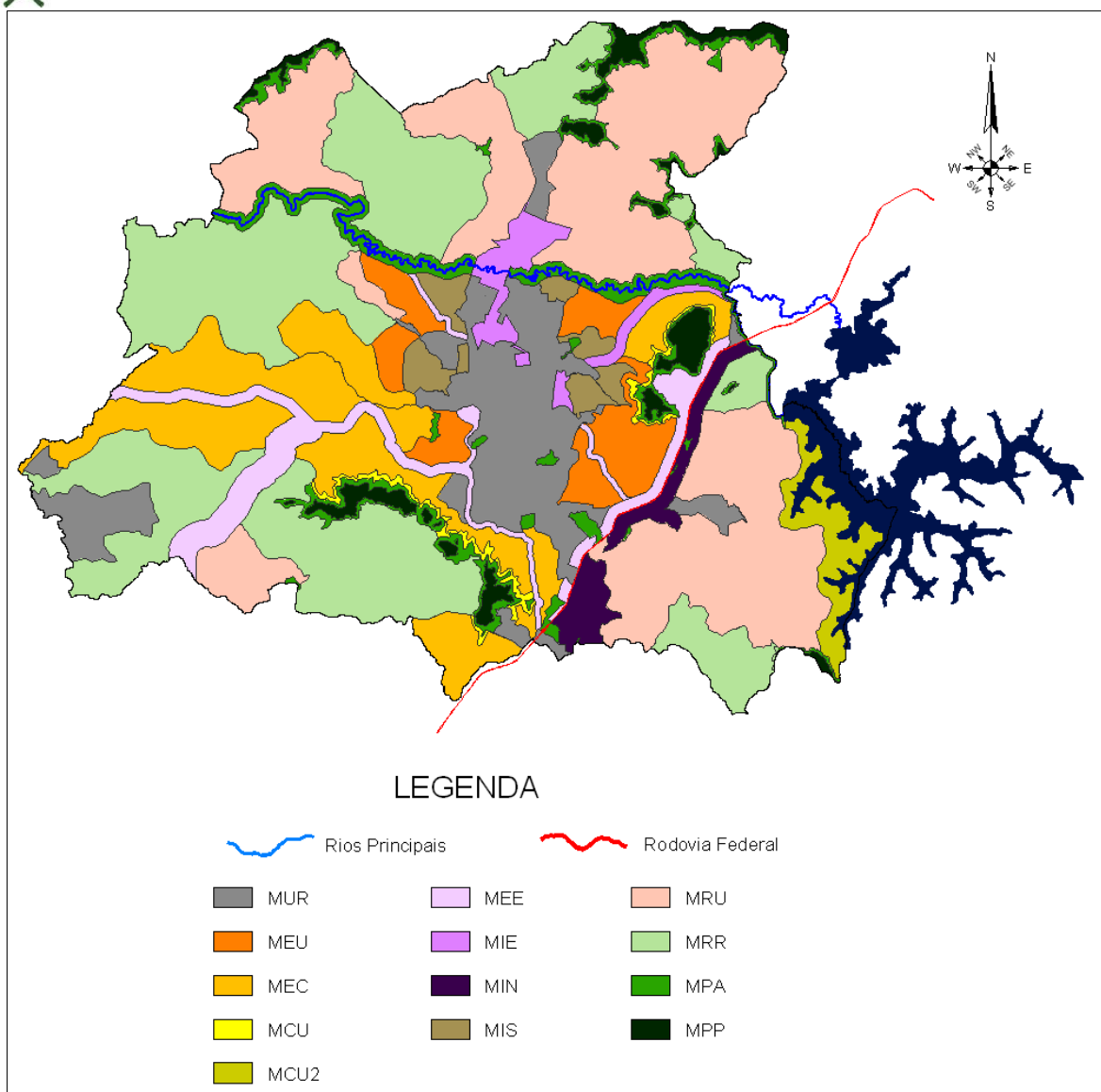


Figura 6.1 - Macrozoneamento de Bragança Paulista
Fonte: Plano Diretor de Bragança Paulista

No Artigo 111º, o Plano Diretor cita como uma das diretrizes gerais para a gestão do saneamento ambiental do município, a integração das políticas, programas e projetos de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem pluvial, coleta e disposição final de resíduos sólidos.

O Artigo 114º sanciona como diretrizes específicas para a gestão do sistema de drenagem urbana a “adequação do sistema de drenagem urbana com a ampliação e recuperação das galerias de águas pluviais existentes” (Item I), “a articulação entre órgãos municipais e entidades comunitárias, para implementação de um programa de prevenção à obstrução das galerias de águas pluviais, por meio da educação ambiental” (Item II), e a



“ampliação do conhecimento das condições de drenagem com a identificação e mapeamento das principais áreas de recarga de aquíferos de Bragança Paulista” (Item III).

O Artigo 178º cita que “as avenidas de fundos de vale deverão ser projetadas de maneira a permitir que os mananciais corram a céu aberto entre os leitos carroçáveis das avenidas, a fim de evitar a ocupação desordenada desses fundos de vale, melhorando a drenagem urbana e facilitando a manutenção dos mananciais, podendo, em casos especiais, ser construídas pontes para interligação de vias”.

6.2 CÓDIGO DE URBANISMO

O Código de Urbanismo de Bragança Paulista, Lei Complementar nº 556 de 20 de julho de 2007, tem como objetivo regulamentar o parcelamento do solo para fins urbanos bem como o zoneamento municipal por meio do uso e a ocupação do solo (Artigo 1º).

No Artigo 96º, a lei decreta que “As condições naturais de absorção das águas pluviais no lote deverão ser garantidas pela execução de um ou mais dos seguintes dispositivos reservatórios:

I - reserva de área de acordo com taxa de impermeabilização estabelecida no Plano Diretor e na presente Lei Complementar;

II - construção de caixa de retardo ligado ao sistema de drenagem; ou

III - construção de poço de infiltração ligado ao sistema de drenagem.

6.3 CÓDIGO DE OBRAS

O Código de Obras e Urbanismo da Estância de Bragança Paulista, Lei nº 1.146 de 13 de julho de 1971, no artigo 33-A, sanciona: “é obrigatória a implantação de sistema para captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I) reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II) controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das



vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III) contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

6.4 LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

A Lei Orgânica do município de Bragança Paulista, de 02 de abril de 1990, no Artigo 154º cita: “são espaços territoriais especialmente protegidos, com suas respectivas margens, o Lago do Taboão, o do Tanque do Moinho, o rio Jaguari, seus principais afluentes, a represa dos rios Jaguari e Jacareí, bem como a serra da Bocaina, a do Guaripocaba e a do Lopo”.



7 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Para a realização dos estudos de macrodrenagem do município de Bragança Paulista, é necessário o levantamento topográfico dos principais rios que cortam o município. Com isso foi feito um levantamento batimétrico no Rio Lavapés e seus afluentes., com a finalidade de mostrar a morfologia de subsuperfície dos corpos hídricos, a fim de determinar o perfil transversal e longitudinal. Para os rios que cortam a área urbana do município, foi utilizada a técnica da topobatimetria devido as características dos corpos hídricos do município.



8 ESTUDO POPULACIONAL

No presente capítulo é apresentado o horizonte futuro para estimativa populacional, assim como um estudo populacional baseado nos censos do IBGE para e estimativa da população através de modelos matemáticos.

8.1 HORIZONTE DE PROJETO

As obras de saneamento das cidades devem ser projetadas para atender a uma determinada população, em geral maior que a atual, correspondente ao crescimento demográfico dentro de um período entre 20 e 30 anos. Para este projeto, será adotado o horizonte de projeto de 20 anos.

8.2 MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL

Para o cálculo de projeção populacional existem vários métodos, dentre eles os métodos matemáticos.

Nestes métodos a previsão da população futura é estabelecida através de uma equação matemática, cujos parâmetros são obtidos a partir de dados conhecidos. Os métodos matemáticos utilizados neste estudo foram os métodos: aritmético; geométrico; da previsão; do crescimento e da regressão matemática. Os cálculos da projeção populacional e da taxa de crescimento (Tx. C) do município de Bragança Paulista foram realizados com base nos censos do IBGE ocorridos entre 1970 e 2010.

8.3 PROJEÇÃO PELAS LINHAS DE TENDÊNCIA

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se ajusta à realidade dos municípios, podem-se obter linhas de tendência para os dados do IBGE através do Software EXCEL utilizando-se 4 tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial. A evolução da população, e a taxa de crescimento (%) ano a ano, obtidos através dos cálculos de projeção populacional pelos métodos matemáticos, são determinadas a partir das curvas que melhores se ajustam às linhas de tendências com maior R^2 , ou seja, menor desvio.



8.4 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO

Para se obter uma taxa de crescimento populacional coerente com o crescimento que ocorre no município, é comparado o crescimento populacional (calculado pelos distintos métodos) com a linha de tendência que apresenta menor desvio. Com isso adota-se o método matemático que mais se aproxima da extrapolação matemática dos dados históricos populacionais de Bragança Paulista.

A linha de tendência que melhor se ajustou aos dados do Censo do IBGE foi a polinomial, no qual apresenta uma taxa de crescimento médio de 1,18%. O método matemático que obteve a menor diferença ao decorrer dos anos entre 2011 e 2032 foi o da previsão, com média de crescimento de 1,19% a.a. Entretanto, o município de Bragança Paulista apresenta elementos que induzem um aumento da taxa de crescimento, tal como preconiza o Plano Diretor em relação ao aumento da atividade industrial, assim como a sua diversificação de atividade. Com isso, será adotada então a estimativa populacional calculado pelo método geométrico entre os anos de 2000 e 2010, com taxa de crescimento de 1,61% chegando a uma população de 208.715 habitantes em 2032. A Tabela 8.1 apresenta a projeção populacional para o município de Bragança Paulista utilizada.

Tabela 8.1 - Projeção populacional para os municípios de Bragança Paulista.

Ano	População residente	Tx Cresc. (%)
2011	149.113	1,61
2012	151.520	1,61
2013	153.965	1,61
2014	156.451	1,61
2015	158.976	1,61
2016	161.542	1,61
2017	164.150	1,61
2018	166.799	1,61
2019	169.492	1,61
2020	172.228	1,61
2021	175.008	1,61
2022	177.833	1,61
2023	180.703	1,61
2024	183.620	1,61
2025	186.584	1,61
2026	189.596	1,61
2027	192.656	1,61
2028	195.766	1,61
2029	198.926	1,61
2030	202.137	1,61



Ano	População residente	Tx Cresc. (%)
2031	205.400	1,61
2032	208.715	



9 EXPANSÃO DA MANCHA URBANA E PERMEABILIDADE DO SOLO

9.1 EXPANSÃO DA MANCHA URBANA

O município de Bragança Paulista apresenta, conforme o Plano Diretor Municipal, 13 zonas homogêneas de ocupação do solo. Dentre estas, 9 possuem características urbanas, cada qual apresentando um diferente nível de urbanização.

A mancha urbana de um município, bem como sua expansão, é de grande importância em projetos de drenagem urbana, visto que a urbanização e a consequente impermeabilização do solo altera a capacidade do mesmo em reter a água pluvial, aumentando o escoamento superficial, alterando as condições de drenagem de uma área.

A partir de visitas técnicas na área urbana do município, constatou-se que a região central, os bairros residenciais mais próximos ao centro e alguns periféricos já apresentam urbanização plena, gerando assim uma mancha urbana consolidada.

9.2 PERMEABILIDADE DO SOLO

O coeficiente de deflúvio, denominado Curve Number (CN), utilizado nos cálculos referentes às descargas superficiais, é um índice empírico que busca representar a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal, a textura da superfície e a umidade antecedente do solo. Variando em uma escala de 0 a 100, quanto maior for este número, maior será o volume de escoamento superficial resultante de uma chuva.

Para a definição do CN em bacias com diversos tipos de cobertura de solo é utilizada a média ponderada entre a área de cada tipo de cobertura e seu respectivo coeficiente de deflúvio.

Com base na bibliografia, verificou-se o tipo de solo e a predominância de uso e ocupação do solo atual a fim de criar um mapa de permeabilidade. Já para a estimativa de permeabilidade do solo no fim de plano do projeto (2032), o uso e ocupação do solo são embasados de acordo com a determinação do plano diretor e com a perspectiva do aumento da mancha urbana do município.



10 CADASTRO DAS UNIDADES DE DRENAGEM.

Nesse item são identificados e localizados os componentes acessórios da rede de microdrenagem urbana presente no município de Bragança Paulista.

10.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES

A Tabela 10.1 apresenta as unidades de drenagem integrantes do sistema municipal de drenagem de Bragança Paulista, juntamente com a descrição das mesmas.

Tabela 10.1 – Caracterização das unidades de drenagem de Bragança Paulista

Caracterização das unidades de drenagem	
Unidade	Descrição
Sarjetas	Faixas de via pública paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas.
Sarjetões	São as calhas localizadas no cruzamento de vias públicas formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o escoamento das águas sobre as sarjetas.
Poços de Visita	Dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações.
Bocas Coletoras (Bocas de Lobo)	Dispositivos localizados em pontos convenientes nas sarjetas, para captação das águas pluviais. Para escolha do seu tipo e seu dimensionamento, deve-se analisar diversos fatores físicos e hidráulicos, como ponto de localização, vazão de projeto, declividade transversal e longitudinal da sarjeta e da rua, interferência no tráfego e possibilidades de obstruções. Os principais tipos existentes são as bocas-de-lobo de sarjeta e de meio-fio.



10.2 MÉTODO E EQUIPAMENTO

Para o cadastro das unidades acessórias da rede de drenagem urbana foi realizado um levantamento de aproximadamente 450 km de arruamento, compreendendo toda a área urbana do município de Bragança Paulista, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2012. Para o levantamento foram utilizados aparelhos receptores GPS, marca Garmin, modelo 010-00256-00, com precisão de 15 m (95% típico). As informações foram processadas a partir do software MapSource, produzido pela Garmim, e pelo software AutoCad.

10.3 RESULTADOS

Foram cadastrados no município 3.408 bocas de lobo de meio fio, e 796 bocas de lobo de sarjeta. A quantia representa uma concentração de 9,34 bocas de lobo por km de arruamento.

Foram constatadas a presença de diversas unidades obstruídas com terras, folhas e resíduos, além de algumas unidades deterioradas, impedindo o fluxo no local. Em todo o município as unidades obstruídas e deterioradas foram quantitativamente inexpressivas, totalizando menos de 3% do montante total.

Os acessos aos poços de visitas não foram contabilizados devido à impossibilidade de diferenciação entre os mesmos e outras unidades do sistema de drenagem e viário.

11 ESTUDO HIDROLÓGICO

O estudo hidrológico baseia-se na caracterização fisiográfica e climatológica, como, por exemplo, tamanho da área de drenagem, se a região em questão encontra-se no semi-árido ou não, tipos de solo e ocupação do mesmo, e ainda em dados de demanda de irrigação, dados pluviométricos e fluviométricos.

Os estudos hidrológicos elaborados para a estimativa das vazões de descarga dos corpos d'água do município de Bragança Paulista são necessários para a avaliação das condições hidráulicas e fornecem subsídios para o planejamento e futura execução de obras de drenagem.

A Figura 11.1 apresenta sob a forma de um fluxograma os processos que envolvem a formulação e análise do estudo hidrológico:

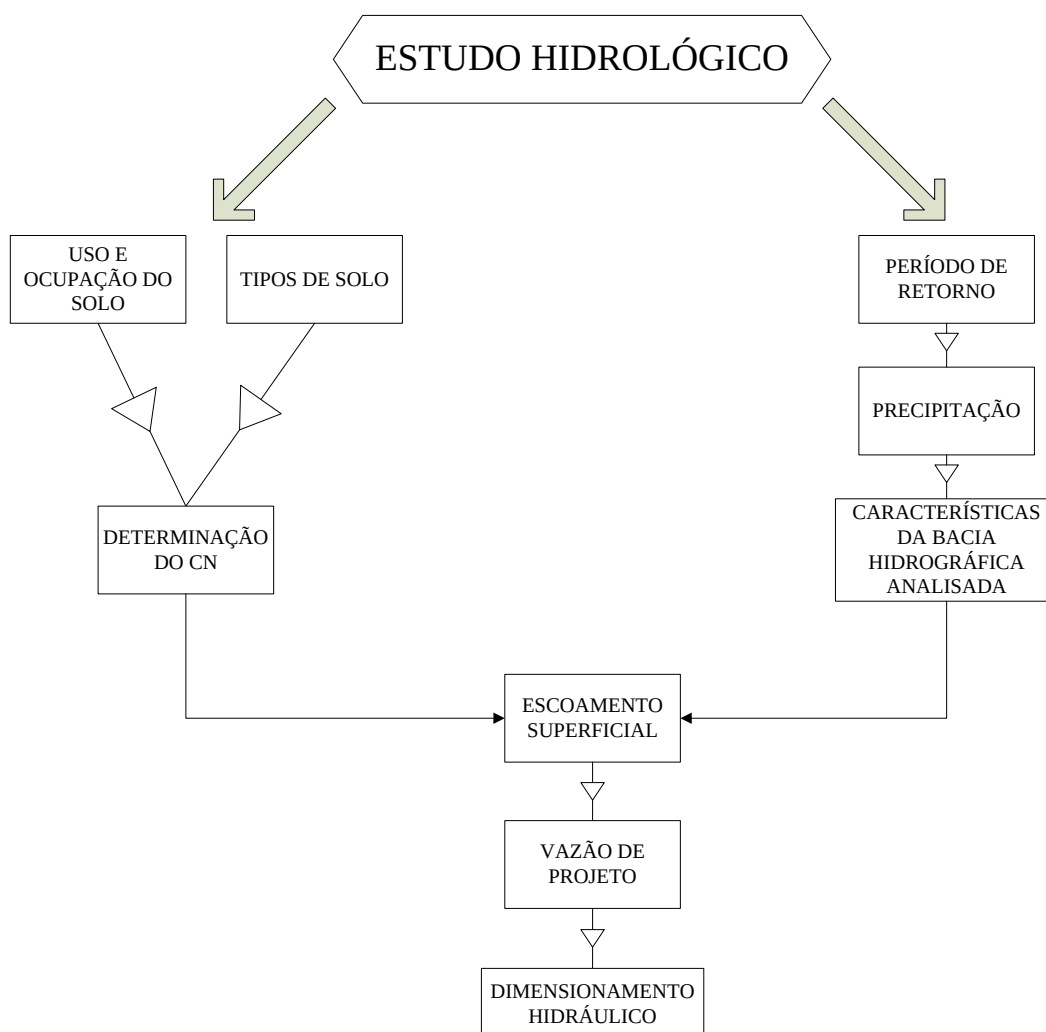


Figura 11.1 – Fluxograma das etapas do estudo hidrológico



11.1 DIVISÃO E CONCEPÇÃO DAS SUB-BACIAS

As sub-bacias foram concebidas analisando-se:

- ✓ Travessias;
- ✓ Confluências;
- ✓ Reservatórios;
- ✓ Pontos finais de jusante (exutórias).

A planta que contém as três bacias elementares, base para o estudo em questão podem ser visualizadas na Figura 11.2.

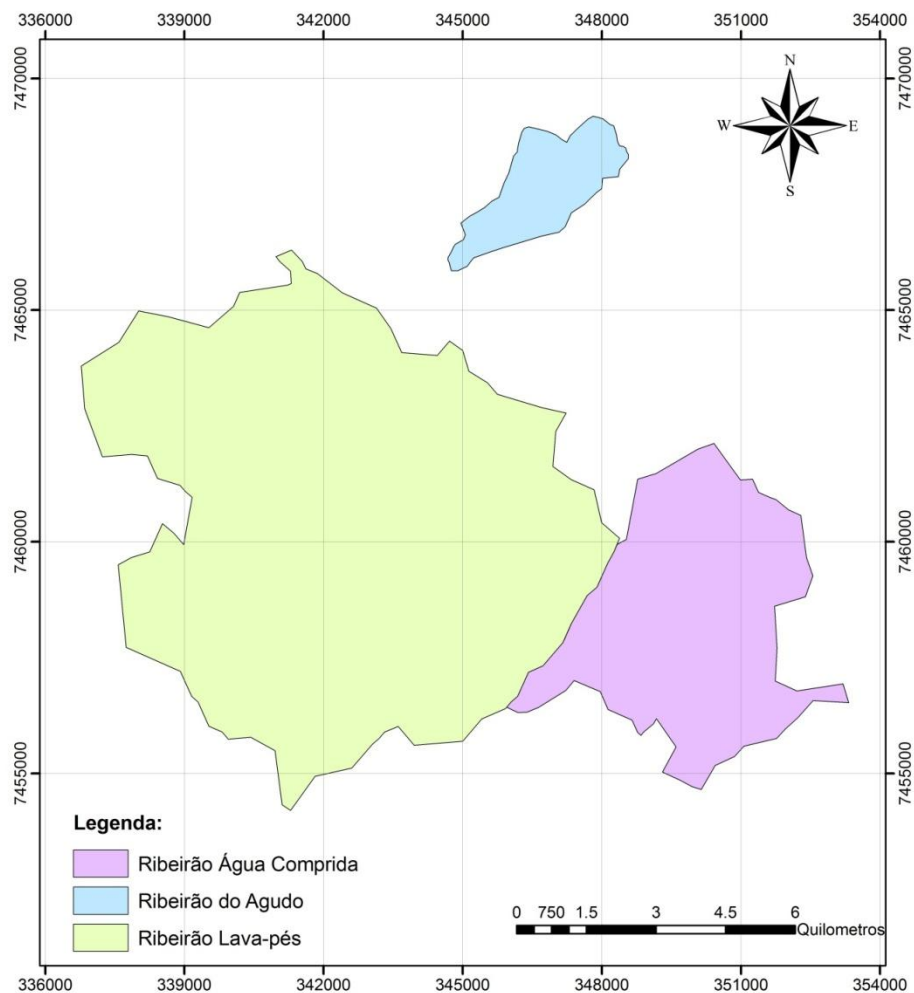


Figura 11.2 – Divisão das três bacias elementares em estudo do município de Bragança Paulista



12 CENÁRIOS

A formulação de cenários permite avaliar, simular e diagnosticar as condições atuais do sistema de drenagem urbana existente no município e analisar projeções futuras, através de simulações hidráulicas que contemplem novas soluções de projeto, com aspectos embasados no plano diretor municipal (fatores, como por exemplo, de uso e ocupação do solo que afetam características de permeabilidade do solo).

A construção dos cenários futuros é uma ferramenta importante para o planejamento e a tomada de decisões técnicas apropriadas para projetos de macrodrenagem. É importante ressaltar que a formulação dos cenários futuros é pautada na permissividade e nas limitações que o plano diretor de Bragança Paulista propõe, além da análise minuciosa de medidas estruturais viáveis e cabíveis que supram as demandas de drenagem do município de Bragança Paulista.

Para a análise e o estudo das capacidades hidráulicas do presente projeto foram montados e simulados 5 (cinco) cenários apresentados na Tabela 12.1:

Tabela 12.1 – Cenários simulados para avaliação e dimensionamentos hidráulicos necessários

CENÁRIOS	DESCRIÇÃO
1	Cenário simulado com as condições de uso e ocupação atuais e as estruturas de drenagem existentes levantadas no município
2	Cenário simulado com as condições futuras de uso e ocupação do solo (maior impermeabilização do solo) com as estruturas de drenagem existentes no município
3	Cenário simulado com as condições futuras de uso e ocupação do solo e com as alternativas estruturais propostas pela empresa SHS Consultoria e Projetos de Engenharia
4	Cenário simulado com as condições futuras de impermeabilização do solo e as medidas estruturais propostas pela equipe técnica da Sanetal Engenharia e Consultoria
5	Cenário simulado com as condições futuras de impermeabilização do solo, juntamente com as medidas estruturais propostas pelo projeto da Sanetal Engenharia e Consultoria, porém sem os reservatórios propostos no cenário 4



13 MEDIDAS ESTRUTURAIS - PROJETO BÁSICO DOS CANAIS E PROPOSIÇÃO DE RESERVATÓRIOS

13.1 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. De outro modo as medidas intensivas agem no rio. No presente projeto foram propostas medidas estruturais intensivas, as quais retardam o escoamento, através de bacias de amortecimento e reservatórios, além de melhorias propostas no canal.

Estas medidas estruturais intensivas propostas visam:

- ✓ Conservação dos canais;
- ✓ Restauração conforme possibilidade técnica das condições originais do canal;
- ✓ Manter ou restaurar o leito maior dos córregos;
- ✓ Preservar os meandros;
- ✓ Redimensionar galerias em relação à geometria e material;
- ✓ Proposição de reservatórios de retenção;
- ✓ Inserção de escada hidráulica (dissipador de energia).

Assim, em análise global, todas as medidas estruturais propostas no plano diretor de macrodrenagem de Bragança Paulista objetivam o suporte da vazão atual e futura do sistema de drenagem municipal, rebaixando a linha d'água das cheias no município.

13.1.1 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).

Assim, as diretrizes principais das modificações nos canais existentes baseiam-se em:

- ✓ Aprofundar o canal;
- ✓ Ampliar a seção do canal.

O caso do aprofundamento do canal é efetivo para obras com trecho extenso, rebaixando a linha d'água no canal. Em relação à ampliação da seção, tal medida provoca uma redução da declividade da linha d'água, consequentemente reduzindo níveis da lâmina d'água à montante.

Tais medidas estão ancoradas na fundamentação técnica da hidráulica de canais e levam em consideração o estudo de cada trecho específico a ser modificado e suas contribuições à montante.

É de importância ressaltar que em obras deste tipo, deve-se levar em consideração a alteração provocada na energia do rio e na estabilidade dos taludes, além dos aspectos ambientais passíveis de análise.

Em relação aos materiais de revestimento, propõe-se a modificação de canais abertos e fechados (galerias), obedecendo aos seguintes revestimentos, ordenados sob os aspectos econômicos de acordo com o DAEE (2005) e apresentados na Figura 13.1:

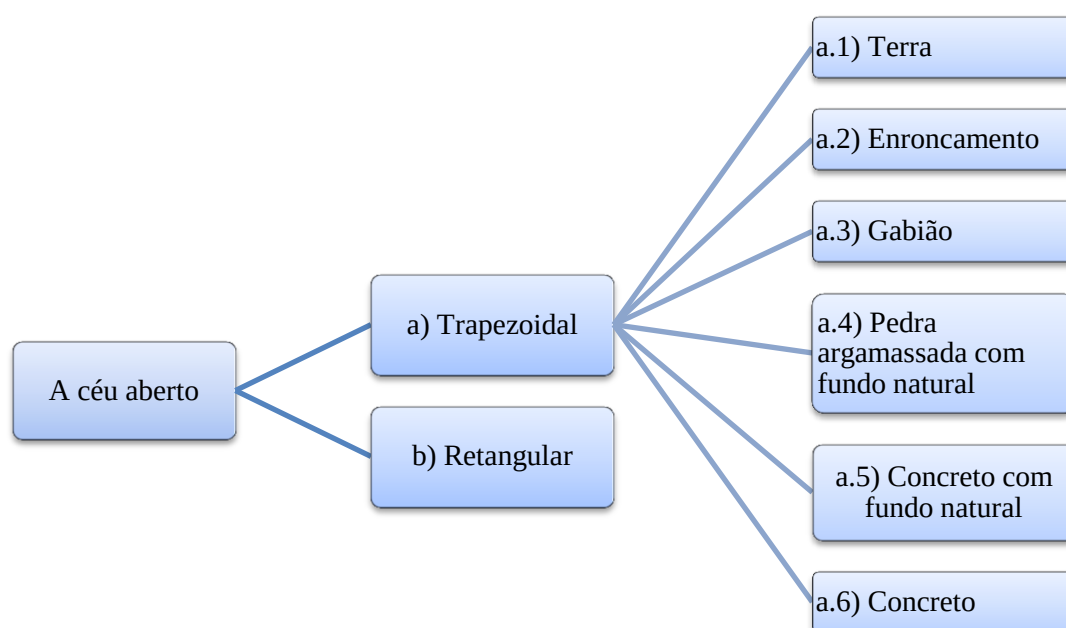


Figura 13.1- Tipos de revestimentos mais comuns.



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.

Em suma, foram adotadas no projeto as seguintes geometrias com os respectivos revestimentos:

- ✓ Canais trapezoidais em pedra argamassada;
- ✓ Canais retangulares em concreto.

13.1.2 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. Sugere-se que a manutenção e conservação dos canais existentes faça parte do conjunto de Planos e Ações Municipais que constituem os programas de Bragança Paulista. Os serviços básicos são relacionados a seguir, conforme o tipo e revestimento do canal:

- **Canais abertos, sem revestimento:**
 - ✓ Aterros laterais das margens e proteção das vias de manutenção com pedrisco;
 - ✓ Plantio de grama para a fixação da seção hidráulica dos canais.
- **Canais abertos, com revestimento:**
 - ✓ Retirada de material depositado no fundo do canal e corte da vegetação que cresce de forma inadequada dentro da calha, sem prejudicar o revestimento;
 - ✓ Execução de reparos no revestimento onde necessário;
- **Canais fechados**
 - ✓ Execução de tampas removíveis para acessos ao canal para as ações de limpeza e retirada de material sólido depositado no fundo;

- ✓ Execução de dispositivos como grades para impedir o acesso de materiais grosseiros, como entulhos e resíduos ao canal.

Mostra-se, na sequência, trechos que foram considerados prioritários para manutenção imediata no rio principal da Bacia do Ribeirão Lavapés (Figura 13.2 a Figura 13.5).



Figura 13.2- Seção 203: Resíduos de construção no fluxo fluvial.



Figura 13.3- Seção 193: Margem desprotegida.



Figura 13.4- Seção 168: resíduos sólidos no rio.

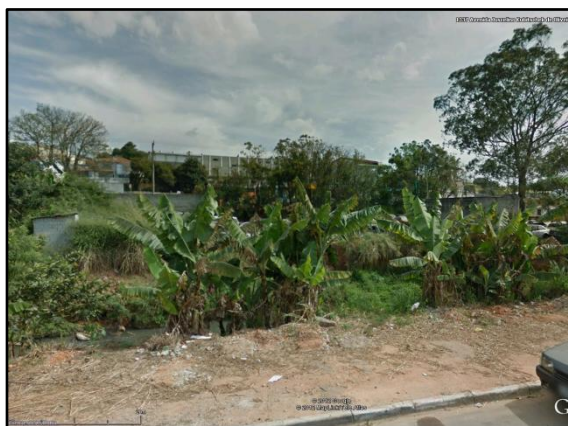


Figura 13.5- Seção 164: Cultivo impróprio e erosão.



13.1.3 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 *in-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.

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 13.1 e ilustrados entre a Figura 13.6 a Figura 13.10

Tabela 13.1 - 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 13.6- R7, Santa Helena.



Figura 13.7- R8, Ribeirão do Toró.



Figura 13.8- R9, Jardim América.



Figura 13.9- R10 (inferior) e R11, Santa Helena.



Figura 13.10- R12, Ribeirão do 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 fez-se uma estimativa de desassoreamento dos lagos existentes. Para tal, considerou-se que os lagos apresentavam profundidade de 1 metro, altura da qual se promoveu o aprofundamento até o nível do terreno desejado.

13.1.4 DISSIPADOR DE ENERGIA

Na saída do moinho, do Ribeirão Toró, para evitar o escoamento supercrítico, será proposto um dissipador de energia, composto por uma Escada Hidráulica, no início da galeria. 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).

13.1.5 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.

13.1.5.1 MELHORAMENTOS DOS CANAIS EXISTENTES

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

- ✓ Execução de chegada de canalização (bueiros) com devida proteção a solapamento, erosão e outros;
- ✓ Deve-se incentivar o uso de grelhas com manutenção sistemática, em substituição das bocas de lobo convencionais. Assim impede-se a entrada de resíduos sólidos que podem obstruir o sistema e poluir corpos hídricos.



- ✓ Execução de revestimento com grama para a conservação do topo e das margens dos canais de drenagem;
- ✓ Implantação de arborização e tratamento paisagístico de toda a faixa compreendendo os canais de macrodrenagem.
- ✓ Implantação de sistema de coleta de lixo, com a instalação de lixeiras, junto aos bairros com população de baixa renda.

13.1.5.2 READEQUAÇÃO DE PONTES

Ao longo dos cursos d'água, em função de algumas modificações na geometria do canal existem pontes que necessitam ser readequadas para suportar a nova geometria proposta. Assim, apresentam necessidade de modificação:

- ✓ 26 pontes no Ribeirão Lavapés
- ✓ 9 pontes no Ribeirão Toró
- ✓ 5 pontes no Ribeirão da Água Comprida
- ✓ 4 pontes no Córrego Santa Helena
- ✓ 2 pontes no Córrego Jardim América
- ✓ 1 ponte no Córrego Cidade Planejada
- ✓ 1 ponte no Córrego Itapechinga
- ✓ 1 ponte no Ribeirão Taboão



14 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 de reassentamento dos canais.

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.

Como diretrizes de planejamento do plano, a Tabela 14.1 apresenta os dados de desapropriações necessárias considerando o Cenário 4 e a Tabela 14.2 apresenta os dados de desapropriação necessárias considerando o cenário 5.

- **CENÁRIO 4**

Tabela 14.1- 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 Lavapés é o curso d'água que requer o maior número de desapropriações, haja vista ser o rio principal da bacia que leva seu nome.



- **CENÁRIO 5**

Tabela 14.2- 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. O Ribeirão Toró teve uma redução, haja vista que a inserção dos reservatórios, do cenário 4, requer muitas desapropriações.



15 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais, aplicadas em conjunto com medidas estruturais 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.

15.1 DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS

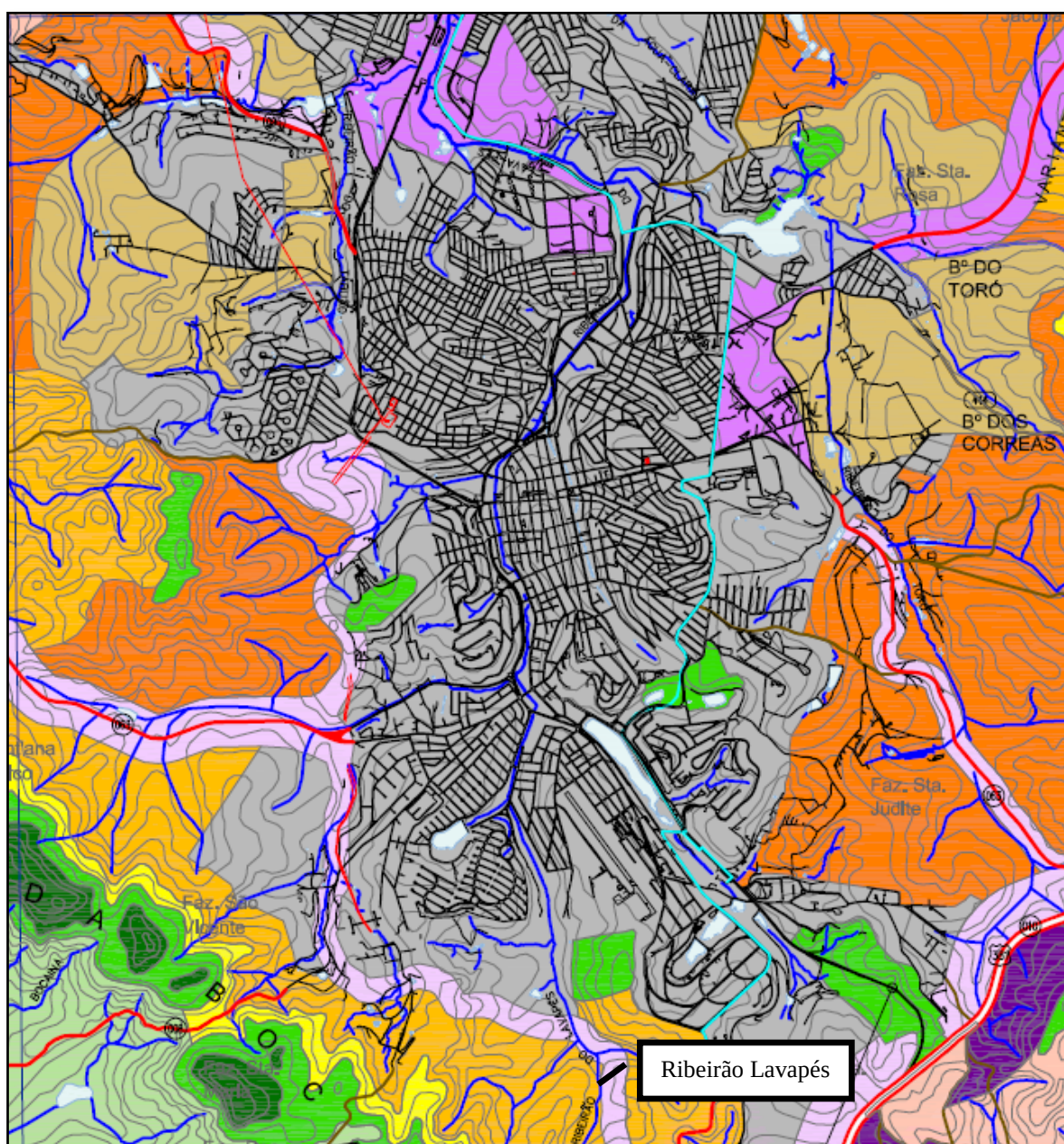
O Plano Diretor de Bragança Paulista prevê, como diretrizes, a preservação, proteção, recuperação e limpeza permanente dos lagos urbanos, especialmente os do Taboão, do Tanque do Moinho, da Hípica Jaguari e do Jardim São Miguel, providenciando o funcionamento de suas comportas regularizadoras das vazões 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 e define quais os limites das áreas de preservação permanente (APP's).

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 nº. 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 15.1), 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

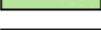
	I - MUR - MACROZONA URBANA		VI - MIN - MACROZONA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL
	I - MEU - MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA		VII - MIS - MACROZONA DE INTERESSE SOCIAL
	II - MEC - MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA CONTROLADA		IX - MRU - MACROZONA RURAL URBANIZÁVEL
	IV - MQU - MACROZONA DE CONTENÇÃO DE URBANIZAÇÃO		X - MRR - MACROZONA RURAL
	IV - MQU - 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 - NIE - MACROZONA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL ESPECIAL		

Figura 15.1- Extraído do Mapa de Macrozoneamento do município de Bragança Paulista.

15.2 ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

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

- ✓ Determinação do risco das enchentes;
- ✓ Mapeamento das áreas sujeitas à inundação;
- ✓ Execução do Zoneamento.

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.

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.



Assim, 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.

15.3 LEGISLAÇÃO DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

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.

15.4 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 15.2, de (KOBİYAMA 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.

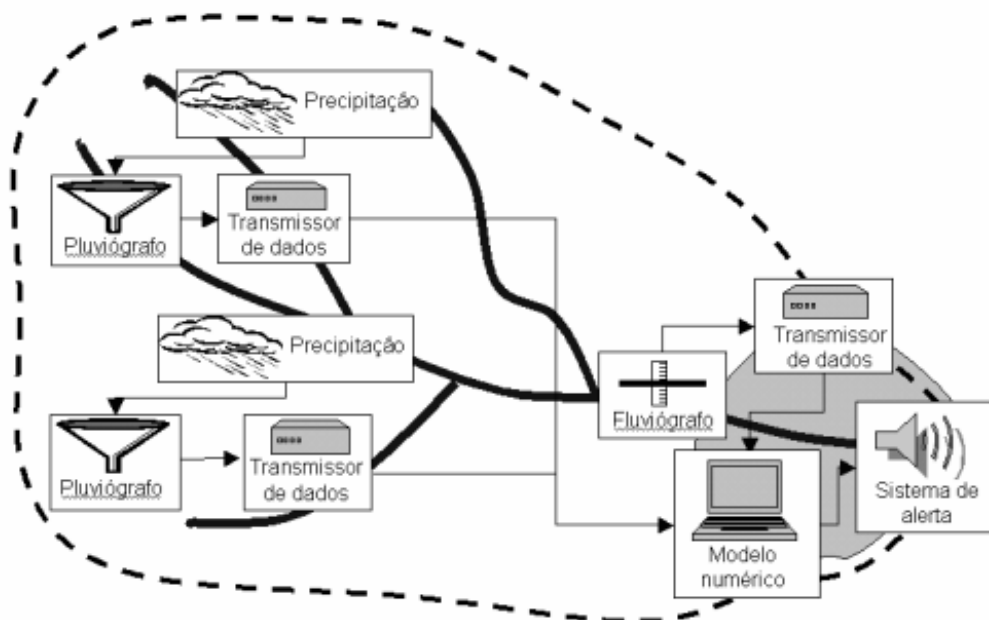


Figura 15.2 - Esquema de implantação de um sistema de alerta.

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.

Assim, verifica-se que o sistema possui três fases distintas:

- ✓ Prevenção: atividades para minimizar danos originados com inundações (mapas de inundação);



- ✓ Alerta: acompanhamento de ocorrências chuvosas com base no nível do rio. Subdivide-se em nível de alerta (previsão de um futuro crítico) e nível de emergência (cujo nível significa a ocorrência de prejuízos materiais e humanos;
- ✓ Mitigação: ações que devem ser realizadas para diminuir o prejuízo da população em um evento de inundação.

15.5 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.



15.6 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 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 15.3 mostra uma relação de larguras recomendadas de zonas florestais de acordo com as funções desempenhadas (SILVA, 2006):

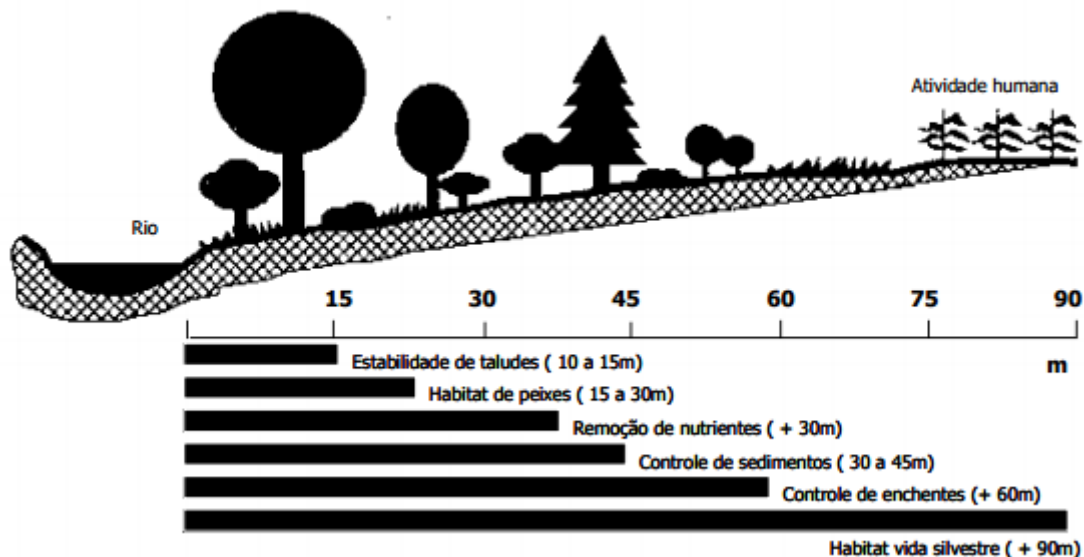


Figura 15.3- Localização da zona ripária

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 15.1 (STROHMEIER, 2003):

Tabela 15.1: Relação entre o benefício da zona ripária e o tipo de vegetação predominante

Benefício	Tipo de Vegetação		
	Gramina	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 campestres	Elevado	Médio	Baixo
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.

15.6.1 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 15.4 ilustra essas duas técnicas (SELLES, 2001).



Figura 15.4- 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 contra os processos erosivos causados pela força do escoamento.

15.6.2 PROPOSTA DE PARQUES LINEARES

Nas áreas marginais ao rio deve ser implantado o parque linear ribeirinho, 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, contemplação e incremento da área verde no município.

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.

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. As plantas, com as propostas para os parques lineares, encontram-se junto às plantas de Reassentamento, ao passo que os critérios individuais são descritos na sequência.

15.6.2.1 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.



15.6.2.2 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.

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.

15.6.2.2.1 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.



O Reservatório R7, apesar de se localizar na macrozona urbana, não possui seu entorno 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.

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.

15.6.2.2.2 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. 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.

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.

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.



15.6.2.2.3 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.

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.

15.6.2.2.4 CÓRREGO CIDADE PLANEJADA E ITAPECHINGA

Deixou-se 2 metros de parque linear no curso principal. A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.

15.6.2.2.5 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, mas projetou-se uma faixa de proteção de 15 metros na margem direita, para proteção contra possíveis edificações futuras.

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.

15.6.2.2.6 CÓRREGO ANHUMAS

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

A cada 5 metros deve-se efetuar o plantio de arbusto regional com altura maior do que 1,00 metro, cova 40 x 40 x 40 cm; enquanto a cada 10 metros o plantio deve ser de árvore com altura maior do que 2,00 metros, cova 60 x 60 x 60 cm.



16 ANÁLISE ECONÔMICA

16.1 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;

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 16.1), 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.

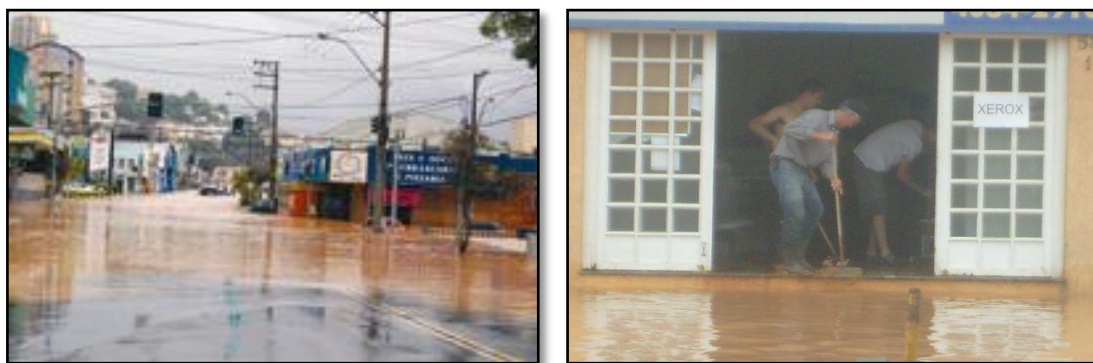


Figura 16.1: a) Av. José Gomes da Rocha Leal que teve 11 imóveis interditados. b) Comércio atingido.

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 16.2 (BJD, 2012):



Figura 16.2- Inundações em Bragança Paulista.

Assim, tal histórico demonstra a necessidade para uma correta tomada de decisões por parte do poder municipal, de modo a privilegiar o setor de drenagem urbana municipal, setor este que impacta diretamente sobre a vida da população nos mais diversos aspectos e a saúde pública no município de Bragança Paulista.

16.2 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) e o 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.

16.3 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 encontram-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 16.9.2, a prioridade de execução é do canal Lavapés decorrente do maior impacto ocasionado pelos eventos de inundação. A partir da priorização sugerida, criaram-se etapas de implantação do sistema, observadas na Tabela 16.1 e Tabela 16.2.

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.

16.3.1 CUSTOS DO SISTEMA

Os custos do sistema são divididos em custos de implantação e operacionais. As Tabela 16.1 e Tabela 16.2 contemplam o montante de cada uma destas parcelas para os cenários 4 e 5.

Tabela 16.1 - Custos do sistema - Cenário 4.

Cenário 4				
Canais	Custo Implantação total (R\$)	Custo de operação e manutenção (R\$)*		Etapas 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 16.2 - 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 Relatório IV, já apresentado, enquanto os custos operacionais dos canais decorrem da formulação de uma composição da equipe de trabalho, apresentadas nas Tabela 16.3 e Tabela 16.4. 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 enseadeira.

Tabela 16.3: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 4

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

* Quantitativo por frente de trabalho



Tabela 16.4: Composição da equipe de trabalho para os canais - Cenário 5

Detalhamento	Und	Composição de custos - Cenário 5						
		Taboão	Toró	Santa H.	C. Planej.	Lvp.	Jardim A.	Itp.
Serventes *	un.	6	6	6	6	6	6	6
Chefe limpeza *	un.	1	1	1	1	1	1	1
Retroescavadeira *	un.	1	-	1	1	-	1	-
Escavadeira H. *	un.	-	1	-	-	1	-	1
Caminhão *	un.	2	2	2	2	2	2	2
Produtividade	m/dia	50	40	50	50	40	50	40
Tempo total	dias	36	50	40	6	45	40	36
Qtd. Frentes	un.	3	5	1	1	6	1	3

* 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 16.5.

Tabela 16.5: 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, deve ser somado ainda o custo com a execução de ensecadeiras para viabilizar a limpeza, já contemplados no montante final apresentado na Tabela 16.1 e Tabela 16.2.

.



16.3.2 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.

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 16.3.

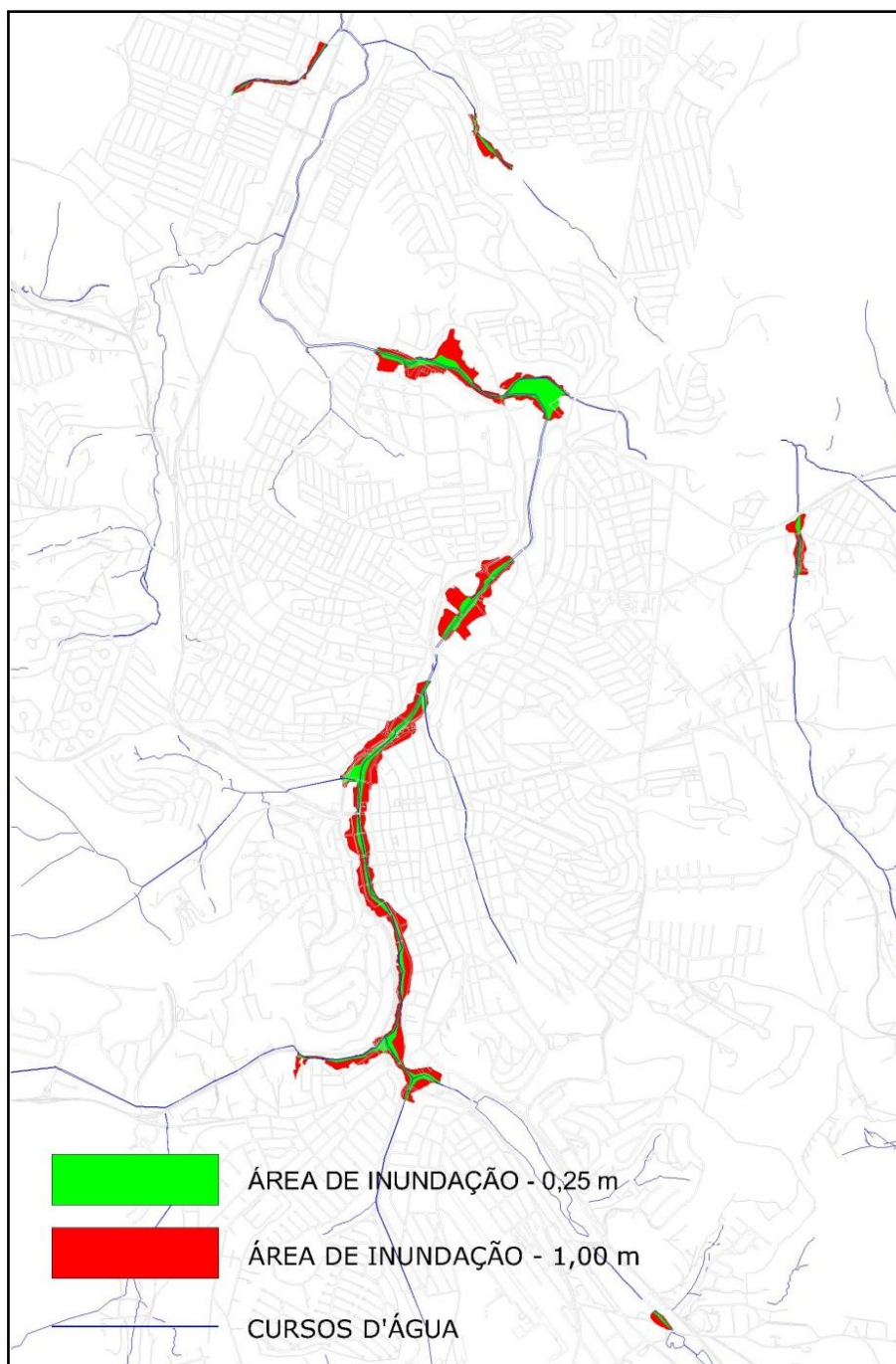


Figura 16.3- Áreas de inundação para os 2 cenários propostos.

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 16.6.



Tabela 16.6: 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 16.7: 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 16.7 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 16.8 e Tabela 16.9 os custos relacionados ao tráfego, assim como os custos diretos e indiretos, além de efetivamente o benefício anual esperado com o projeto.

Tabela 16.8: 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 (m ²)	509,016.45	109,906.79
Área atingida (m ²)	119,723.49	11,757.62
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 16.9: Benefícios gerados para a inundação de 1.5 anos com a implementação da obra

Inundação de 1.5 anos - Lâmina 0,25 m.		
Quantitativo	Etapla 1	Etapla 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 R\$ 7,129,525.57 anuais, enquanto que na implantação da etapa posterior o montante total será de R\$7,655,170.46.

16.3.3 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, obtém-se que:

- ✓ O fluxo de caixa calculado para o cenário 4 apresenta uma TIR de 2,543% e uma relação C/B de 1,487;
- ✓ O fluxo de caixa calculado para o cenário 5 apresenta uma TIR de 3,026% e uma relação C/B de 1,450.

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

- Análise da 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. Para o estudo em questão, utilizou-se uma TMA anual de 8,5%, baseado na taxa SELIC atual.

Desta forma, para um investimento ser economicamente atrativo, a TIR deve ser maior que a TMA. Entre vários investimentos, o melhor será aquele que tenha a maior Taxa Interna de Retorno.

Considerando a TIR anual para cada cenário conforme calculado e descrito, 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. A Tabela 16.10 apresenta o valor das TIR's calculadas nos cenários 4 e 5 e a TMA.

Tabela 16.10 - 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 16.11 ilustra a relação custo/benefício dos cenários 4 e 5.

Tabela 16.11 - 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, analisando-se sob um aspecto direto, economicamente desfavorável, entretanto os benefícios advindos com a implantação da obra ultrapassam sistemas meramente econômicos, atingindo positivamente outros sistemas de grande prioridade, como os sociais e de saúde pública.

Este aspecto econômico desfavorável deve-se 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 extrapolação de grande parte das calhas naturais dos cursos d'água e necessitando intervenção em sua grande maioria, encarecendo a obra.



16.4 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.

16.5 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.

16.5.1 MODELO SELECIONADO – AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

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 16.4 adaptada (GOMES & MOREIRA, 1998).

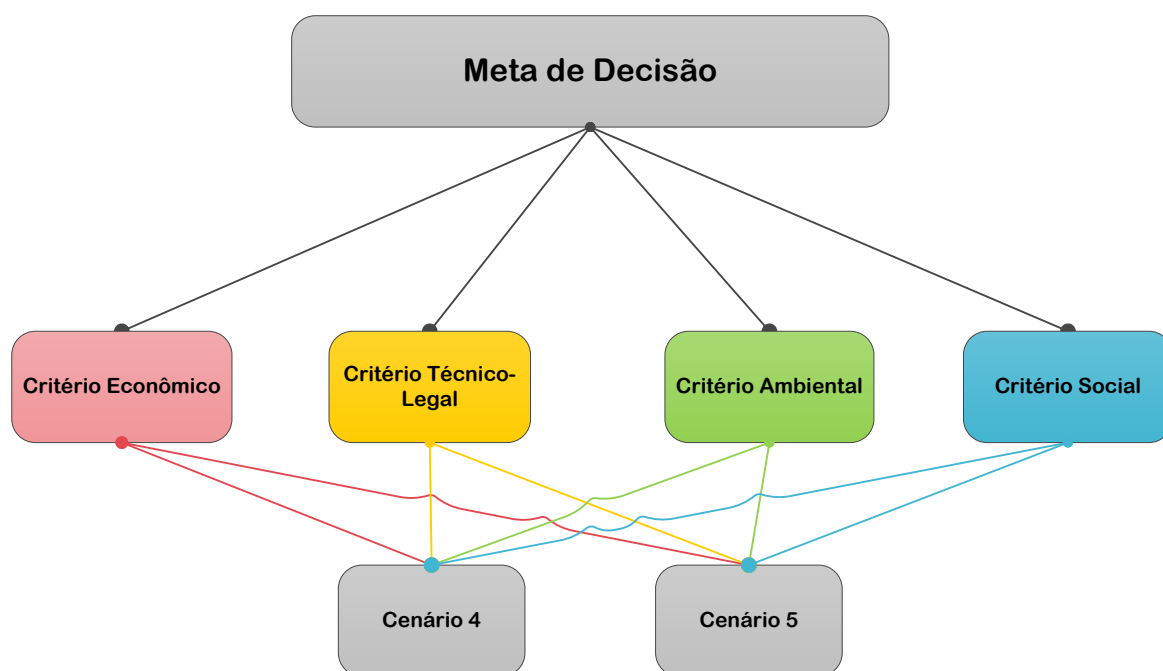


Figura 16.4 - Estrutura hierárquica genérica de problemas de decisão.

16.6 CENÁRIOS PROPOSTOS - AVALIAÇÃO SOB OS DIFERENTES CRITÉRIOS

A metodologia proposta para análise dos diferentes critérios mencionados no termo de referência do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Bragança Paulista ocorreu de acordo com a metodologia explanada anteriormente. Os critérios avaliados foram de ordem econômica, técnico-legal, ambiental e social e estão detalhados na Tabela 16.12.



Tabela 16.12 – Critérios e Subcritérios da Análise Multicriterial

Análise Multicriterial - Método AHP	
Critério	Subcritério
Critério Econômico	Taxa Interna de Retorno (TIR)
Técnico-Legal	Atendimento à legislação
	Alterações no meio físico
	Capacidade de condução da vazão de pico
	Tempo de retorno analisado para inundações dentro da área de influência
	Confiabilidade do sistema
Ambiental	Problemas de Odores
	Capacidade de minimizar problemas ambientais
Social	Necessidade de intervenção na propriedade privada
	Aceitação social do sistema de drenagem urbana
	Riscos e vulnerabilidade à saúde pública

16.7 PONTUAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS POR MEIO DE AFIRMATIVAS SUBCRITERIAIS

Depois de concluída a hierarquização de todos os critérios e também dos respectivos subcritérios, 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.



16.8 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.

16.8.1 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 16.13):

Tabela 16.13 - 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 16.14. Já as pontuações dos critérios analisados se encontram na Tabela 16.15 e o resultado final com os pesos atribuídos na Tabela 16.16.

Tabela 16.14 - 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 16.15 - 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	8.50	9.00
	Capacidade de Minimizar Problemas Ambientais	9	9		
	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 16.16 - 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

Assim, o resultado final demonstrou que a alternativa do cenário 5 apresentou-se levemente mais vantajosa que a alternativa do cenário 4.

16.9 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 16.5), 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.

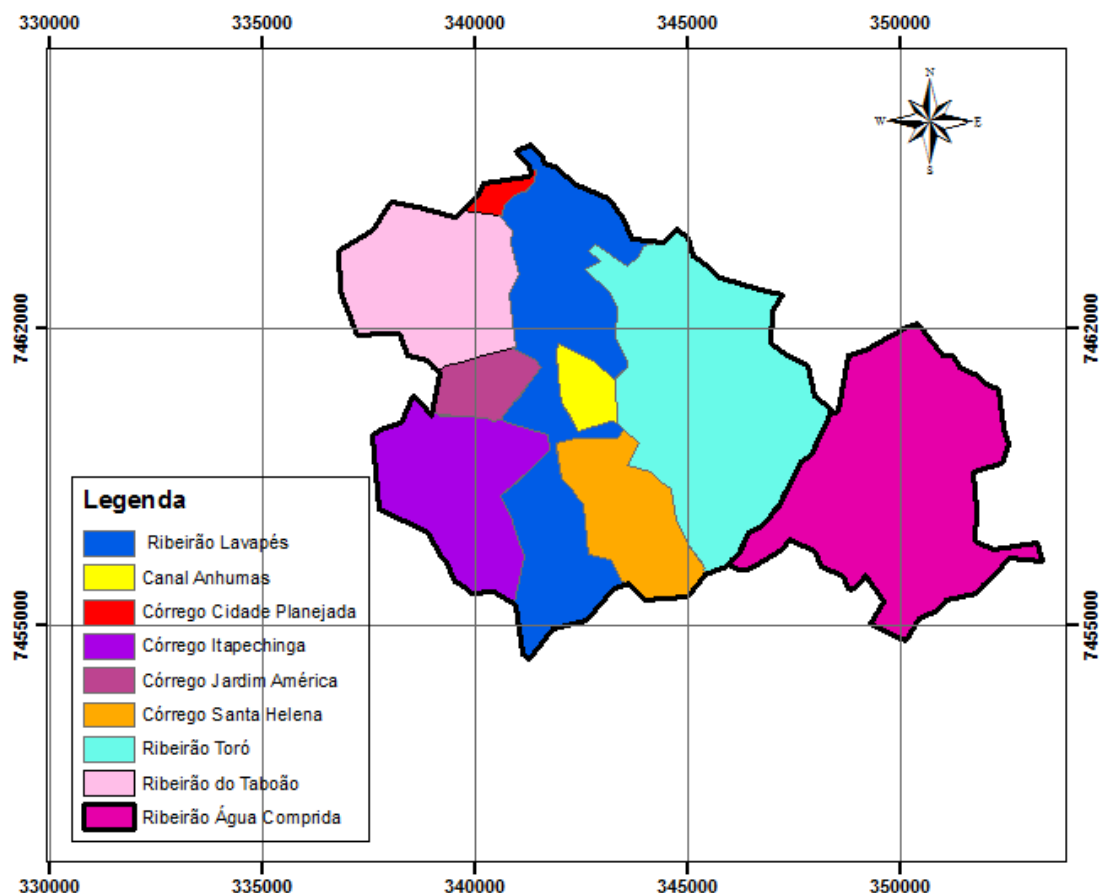


Figura 16.5 - Bacias elementares.

16.9.1 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.



16.9.1.1 ÁREA DA BACIA

Para este critério foram estabelecidas cinco classes de igual magnitude. O critério de pontuação pode ser verificado na Tabela 16.17 e o resultado na Tabela 16.18.

Tabela 16.17 - 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 16.18- 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

16.9.1.2 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 16.19), já o resultado pode ser visualizado na Tabela 16.20.

Tabela 16.19 - 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 16.20 - Avaliação do Critério Extensão dos cursos d'água

Curso D'água	Comprimento dos Cursos D'água (km)	Pontuação
Bacia do Ribeirão Lavapés	40261.39	5
Bacia do Ribeirão Água Comprida	7214.46	4
Bacia do Ribeirão Toró	9807.76	4
Bacia do Córrego Itapechinga	4245.54	3
Bacia do Ribeirão doTaboão	7802.12	4
Bacia do Córrego Santa Helena	3309.76	3
Bacia do Córrego Jardim América	2395.6	3
Bacia do Córrego Anhumas	1.813	2
Bacia do Córrego Cidade Planejada	875.84	1

16.9.1.3 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 16.21 e o resultado na Tabela 16.22.

Tabela 16.21 - 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 16.22 - Avaliação do Critério de Vazão

Curso D'água	Vazão Média na Exutória (m³/s)	Pontuação
--------------	--------------------------------	-----------



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

16.9.2 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 item 16.8.1. A Tabela 16.23 mostra o resultado final da análise das bacias elementares, com um ranking de prioridade de intervenção dos respectivos cursos d'água.

Tabela 16.23 - 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

17 METAS E AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CADA BACIA ELEMENTAR

De modo a apontar diretrizes de planejamento e ações a serem tomadas pelo poder municipal sob a perspectiva de cada bacia elementar é válido em um primeiro momento analisar a hierarquização das bacias elementares realizadas na análise multicriterial (Tabela 16.23), que é apresentada na Figura 17.1.

A partir da hierarquização apresentada, serão apontadas diretrizes de planejamento para as bacias elementares de forma individual, focando nas prioridades e necessidades de cada bacia elementar, sob a ótica da análise multicriterial citada. As bacias elementares serão ordenadas da mais prioritária para a de menor prioridade.

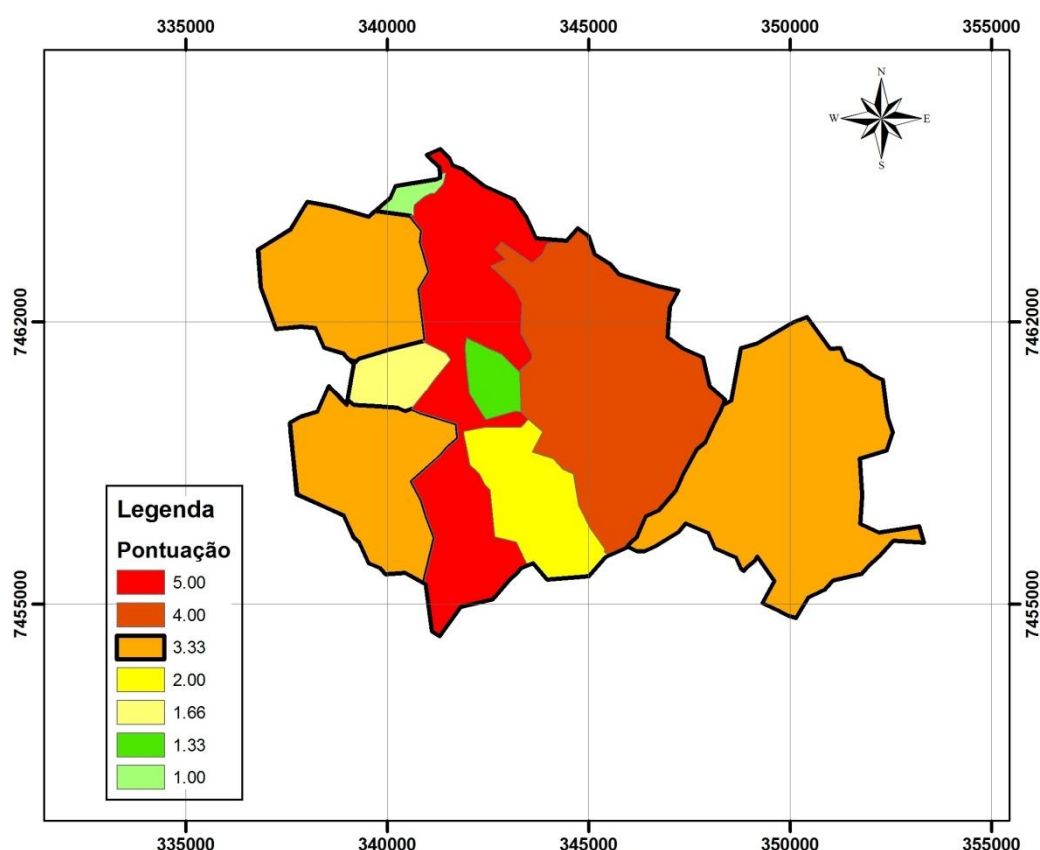


Figura 17.1 – Hierarquização das Bacias Elementares de acordo com o Método Multicriterial.



17.1 BACIA DO RIBEIRÃO LAVAPÉS

17.1.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Ribeirão Lavapés são:

- ✓ Construção dos canais de acordo com o projeto básico, sendo alargado a partir da seção 239;
- ✓ Os trechos construídos em canal trapezoidal serão de pedra argamassada e os trechos de canais em seção retangular serão de concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento a serem realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 26 Pontes.

17.1.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.1.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O programa de educação ambiental a ser desenvolvido nas escolas da bacia elementar do Ribeirão Lavapés visa a conscientização da população e das novas gerações para com as questões ambientais que estão diretamente interligadas com a questão da drenagem urbana no município. A região da bacia elementar do Lavapés abrange uma grande área do município, sendo a região de maior densidade populacional e a região mais afetada por eventos de inundação. Assim, um programa consistente de educação ambiental é um instrumento importante na conscientização da atual e futura geração acerca das problemáticas ambientais das quais os indivíduos fazem parte no município.

Com este intuito, a Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios.” Assim, um programa sólido e abrangente de educação ambiental seria um quesito cumprido para que o município se enquadre nesta nova lei.



Outra diretriz de planejamento na área da educação ambiental é a instalação de pluviômetros educativos nas escolas, onde os estudantes possam diariamente estar em contato com os fenômenos que ocorrem em sua bacia hidrográfica e suas consequências, atentando-se aos processos do ciclo hidrológico e sua importância para o cotidiano no município. Assim, para cada escola poderia ser instalado um pluviômetro educativo.

A Tabela 17.1 apresenta uma listagem de escolas na bacia elementar do Ribeirão Lavapés onde o programa de educação ambiental pode ser aplicado.

Tabela 17.1 – Lista de escolas municipais pertencentes à bacia elementar do Ribeirão Lavapés

BACIA ELEMENTAR – RIBEIRÃO DO LAVAPÉS	
ESCOLAS MUNICIPAIS	
1	Escola Municipal Adalmir Elias Duaik
2	Escola Municipal Professora Alba D'Aparecida Klein
3	Escola Municipal Luiz Gonzaga Fernandes
4	Escola Municipal Professora Antonietta de Oliveira Lisa
5	Escola Municipal Professor Fernando Amos Siriani
6	Escola Municipal Professora Maria Siriani Del Nero
7	Escola Municipal Dona Henedina Rodrigues Cortez I
8	Escola Municipal Jorge Tibiriça
9	Escola Municipal Professor Orlando Pinto de Oliveira
10	Escola Municipal Padre Aldo Bolini
11	Escola Municipal Professora Nilza Faria
12	Escola Municipal Professora Eliana Peluso Sperandio
13	Escola Municipal Professora Maria Ignéa Morales
14	Escola Municipal Padre Donato Vaglio
15	Escola Municipal Comendador Hafiz Abi Chedid
16	Escola Municipal Professora Maria Lucia C. de C. Serralvo
17	Escola Municipal Augusto Vasconcellos
18	Escola Municipal Professora Haidee Marcal Serbin
19	Escola Municipal Professora Maria Elisa Quadros Câmara
20	Escola Municipal Scyla Medici
21	Escola Municipal Saada Nader Abi Chedid



17.1.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações para a bacia do Lavapés deve ser instalado de maneira integrada com as outras bacias elementares. Os pluviômetros a serem utilizados no sistema de alerta da Bacia Elementar do Lavapés podem ser os mesmos que já estão operando (dois pluviômetros operados pelo DAEE) para o sistema de informações hidrológicas do município, tendo em vista que os mesmos operam instalados na área da bacia.

Os fluviômetros propostos integrantes do sistema de previsão e alerta de inundações para a Bacia do Ribeirão Lavapés se localizam no Ribeirão Lavapés, nas proximidades dos seguintes endereços:

- ✓ Rua Nicolino Nacaratti, nº 100;
- ✓ Em frente à Praça Coronel Jacinto Osório;
- ✓ Avenida dos Imigrantes, coordenadas 22°55'41.11"S e 46°32'31.58"O

O sistema de alerta pode ser realizado através da difusão em meios de comunicação como rádios e televisão, alertando a população sobre os riscos a serem enfrentados, de modo que os munícipes se previnam e possam evitar riscos à vida, perdas e danos, se antecipando ao evento de desastre.

A central de monitoramento é proposta para ser alocada na Universidade São Francisco, em realização de uma parceria entre a Prefeitura de Bragança Paulista e a Universidade. A Universidade São Francisco conta com um curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, podendo ser de interesse mútuo a operação de um sistema de previsão e alerta de inundações proposto.

Além disto, como forma de acompanhamento das informações hidrológicas de modo atualizado e interativo propõe-se um site para acompanhamento das informações hidrológicas, como precipitação e níveis de lâmina d'água nos canais da cidade, atualizando a população instantaneamente sobre o risco de inundações. Este site funcionará de forma integrada com todas as informações dos pluviômetros e fluviômetros do município.

Esquemáticamente, a Figura 17.2 ilustra o funcionamento de um sistema de previsão e alerta de inundações.

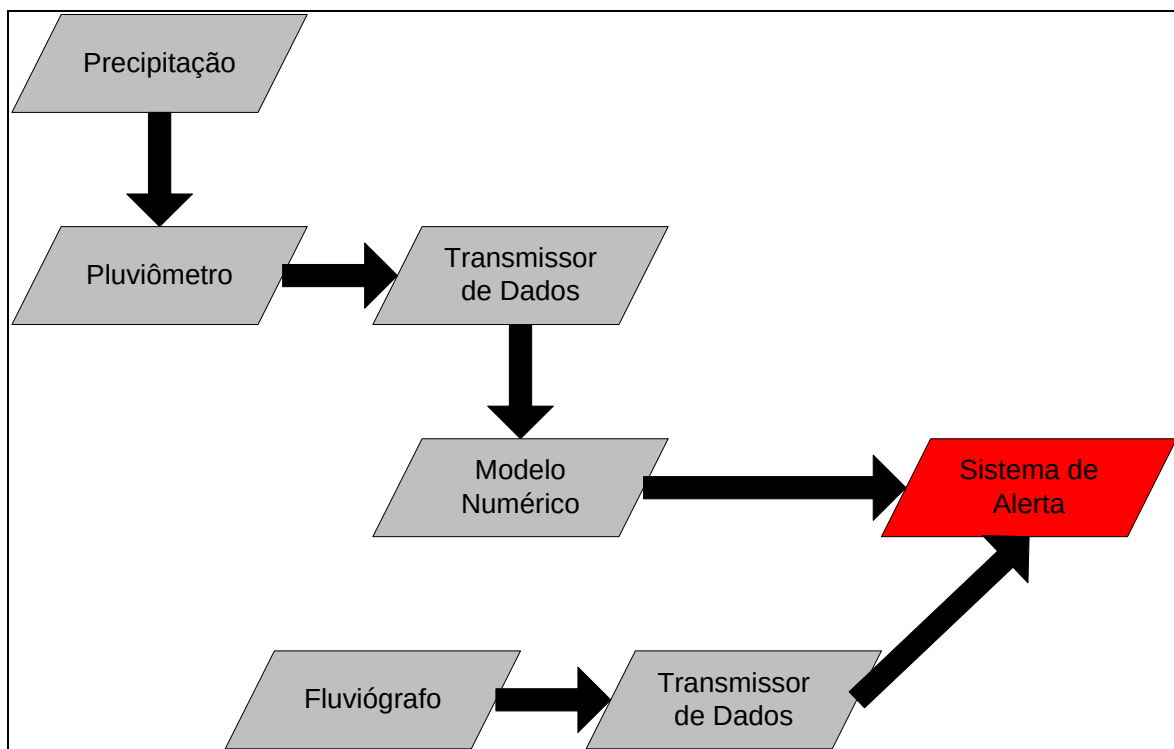


Figura 17.2 - Fluxograma de um sistema de previsão e alerta de inundações

17.2 BACIA DO RIBEIRÃO TORÓ

17.2.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Ribeirão Toró são:

- ✓ Construção dos canais de acordo com o projeto básico;
- ✓ Os trechos em seção trapezoidal serão em pedra argamassada e os trechos em canais retangulares serão de concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento a serem realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 9 pontes.



17.2.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.2.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido na Bacia do Ribeirão Toró visa conscientizar a população e sua juventude da importância das questões ambientais, que estão diretamente relacionadas com a drenagem no âmbito da Bacia do Ribeirão do Toró e consequentemente com o município.

A Bacia do Ribeirão Toró é de grande prioridade no contexto municipal, sendo uma bacia de grande prioridade para tomada de ações de acordo com a análise multicriterial.

O programa de educação ambiental na Bacia do Ribeirão Toró, em conjunto com os programas das outras bacias elementares visa atender a Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios.”

Outra proposição para a bacia elementar do Ribeirão Toró é a instalação de pluviômetros educativos nas escolas municipais, de modo à conscientizar a população acerca dos fenômenos hidrológicos que ocorrem em sua bacia e em seu município, e a importância destes no cotidiano dos munícipes. Além disto, tais ações despertam a importância do cuidado para com os corpos hídricos do município e a atenção para áreas de risco e de preservação.

A Tabela 17.2 apresenta uma lista das escolas municipais da bacia do Ribeirão Toró onde as ações do programa de educação ambiental estão propostas a serem realizadas.

Tabela 17.2 – Lista de Escolas Municipais da Bacia Elementar do Ribeirão Toró

BACIA ELEMENTAR - TORÓ	
ESCOLAS MUNICIPAIS	
1	Escola Municipal Professor Joaquim Theodoro da Silva
2	Escola Municipal Professora Marisa Filomena do Amaral
3	Escola Municipal Professora Zitta de Mello Barbosa
4	Escola Municipal Professora Maria Augusta Martins da Silva



17.2.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Ribeirão Toró será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro na bacia, que será interligado ao sistema central de informações hidrológicas do município, alojadas no site de informações hidrológicas municipais proposto.

O pluviômetro integrante do sistema de informações hidrológicas proposto poderá ser implantado em uma escola da bacia, em local que seja distante de árvores e com segurança contra ações de vandalismo.

Na bacia do Ribeirão Toró será proposta a instalação de um fluviômetro localizado no cruzamento entre a Avenida Atilio Menin e Avenida Jorge Pereira de Lima para acompanhamento da lâmina d'água junto ao sistema proposto de informações hidrológicas do município.

O pluviômetro e o fluviômetro estarão integrados à uma central proposta na Universidade São Francisco que, em uma possível parceria com a prefeitura faria a gestão deste sistema.

O sistema de alerta pode ser realizado através da difusão em meios de comunicação como rádios e televisão, alertando a população sobre os riscos a serem enfrentados, de modo que os munícipes se previnam e possam evitar riscos à vida, perdas e danos, se antecipando ao evento de desastre.

17.3 BACIA DO RIBEIRÃO DO TABOÃO

17.3.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais para a bacia elementar do Ribeirão do Taboão são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;
- ✓ A inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;



- ✓ Readequação de 1 ponte.

17.3.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.3.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser implantado na bacia elementar do Ribeirão do Taboão é um instrumento para a conscientização da população e dos estudantes com relação às questões ambientais, as quais estão também relacionadas com a drenagem urbana na bacia elementar e por consequência no município.

O programa de educação ambiental na Bacia do Ribeirão do Taboão, em conjunto com os programas das outras bacias elementares visa atender a Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Como parte integrante do programa de educação ambiental, é proposta a instalação de pluviômetros educativos nas escolas da bacia elementar, incentivando e valorizando o aprendizado acerca dos fenômenos hidrológicos e a importância dos mesmos na vida cotidiana dos munícipes.

A lista de escolas onde o programa de educação ambiental pode ser executado consta na Tabela 17.3.

Tabela 17.3 – Lista de escolas municipais na bacia elementar do Ribeirão do Taboão

BACIA ELEMENTAR - TABOÃO	
ESCOLAS	
1	Escola Municipal Professor Carlos Frederico dos Santos Silva
2	Escola Municipal Professora Sara Moritz Aronovich



17.3.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Ribeirão do Taboão será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro na bacia, que será interligado ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas no site de informações hidrológicas municipal proposto.

Deverá ser instalado na bacia elementar do Ribeirão do Taboão um pluviômetro para fazer parte da rede do sistema de informações hidrológicas do município. O pluviômetro pode ser alocado em uma das escolas da bacia elementar do Ribeirão do Taboão, em local que seja distante de árvores e com segurança contra ações de vandalismo.

Por razões de viabilidade e necessidade não será proposto na bacia elementar a instalação de um pluviômetro.

17.4 BACIA DO CÓRREGO ITAPECHINGA

17.4.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do córrego Itapechinga são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 1 ponte.



17.4.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.4.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido na Bacia do Córrego Itapechinga atua no sentido de conscientizar os estudantes sobre a importância das questões ambientais, que estão intimamente relacionadas com a drenagem urbana no contexto da bacia elementar do Córrego Itapechinga e por consequência com o município.

A bacia do Córrego Itapechinga possui em seu trecho a jusante prioridade elevada, isto pelo fato de na área ocorrer inundações e ser esta uma área em meio urbano, afetando a população que mora ou necessita passar pelo local.

A implementação do programa de educação ambiental na Bacia do Itapechinga, conjuntamente com outros programas de educação ambiental nas outras bacias elementares visa atender a nova legislação em vigor (Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Além disto, outra proposta pedagógica para a bacia elementar do Córrego Itapechinga é a instalação de pluviômetros educativos nas escolas municipais da bacia, incentivando estudantes e novas gerações a entender os fenômenos hidrológicos, os quais influenciam diretamente a vida cotidiana de toda população no município. Estas ações favorecem a valorização dos recursos hídricos no município e do meio ambiente como um todo.

A Tabela 17.4 lista as escolas existentes na bacia elementar do Córrego Itapechinga onde o programa de educação ambiental proposto deve ser implantado.

Tabela 17.4 – Lista das escolas municipais da bacia elementar do Córrego Itapechinga

BACIA ELEMENTAR - ITAPECHINGA	
ESCOLAS	
1	Escola Municipal Professor Fernando da Silva Leme
2	Escola Municipal Coronel Ladislau Leme



17.4.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Córrego Itapechinga será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro na bacia, que será interligado ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas no site de informações hidrológicas municipais proposto.

O pluviômetro integrante do sistema de informações hidrológicas proposto poderá ser implantado em uma escola da bacia, em local que seja distante de árvores e com segurança contra ações de vandalismo.

O fluviômetro proposto a ser instalado na bacia elementar do Córrego Itapechinga deve ser localizado na Avenida Alberto Diniz, nas proximidades da coordenada 22°58'0.72"S e 46°32'52.47"O, no canal proposto.

O pluviômetro e o fluviômetro estarão integrados à uma central proposta na Universidade São Francisco que, em uma possível parceria com a prefeitura faria a gestão deste sistema.

17.5 BACIA DO RIBEIRÃO ÁGUA COMPRIDA

17.5.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Ribeirão Água Comprida são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 5 pontes.



17.5.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.5.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido na Bacia do Ribeirão Água Comprida busca a conscientização dos estudantes e da população sobre a importância das questões ambientais, que estão correlacionadas com a drenagem urbana no contexto da bacia elementar do Ribeirão Água Comprida e consequentemente com o município.

A bacia elementar do Ribeirão Água Comprida localiza-se em uma região rural do município de Bragança Paulista, sendo de importância dar acessibilidade aos moradores e estudantes da região a um programa de educação ambiental para uma região não tão centralizada no município.

A implementação do programa de educação ambiental na Bacia do Ribeirão Água Comprida, em conjunto com outros programas de educação ambiental nas outras bacias elementares do município visa atender a nova legislação em vigor (Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Assim, tal medida é parte integrante para o cumprimento dos quesitos de atendimento a esta nova legislação vigente.

Uma proposta complementar para o programa de educação ambiental na bacia elementar do Ribeirão Água Comprida é a instalação de pluviômetros educativos, que buscam orientar os estudantes sobre os fenômenos hidrológicos e a importância dos mesmos no contexto da bacia elementar do Ribeirão Água Comprida e assim, do município.

A Tabela 17.5 lista as escolas existentes na bacia elementar do Ribeirão Água Comprida.

Tabela 17.5 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Ribeirão Água Comprida

BACIA ELEMENTAR - ÁGUA COMPRIDA	
ESCOLAS	
1	Escola Municipal Bairro Água Comprida



BACIA ELEMENTAR - ÁGUA COMPRIDA	
ESCOLAS	
2	Escola Municipal Bom Retiro dos Bacci
3	Escola Municipal João Rissardi Junior

17.5.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Ribeirão Água Comprida será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro na bacia, que será interligado ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas no site de informações hidrológicas municipais proposto.

O pluviômetro integrante do sistema de informações hidrológicas proposto poderá ser implantado em uma das escolas da bacia, em local que seja distante de árvores e com segurança contra ações de vandalismo.

Em função do histórico da bacia do Ribeirão Água Comprida não apresentar eventos de desastres relevantes e por questões de viabilidade econômica não será instalado na bacia um fluviômetro.

Os moradores do local podem acompanhar as informações de precipitação no site de informações hidrológicas proposto, além das situação dos canais das outras bacias elementares do município de Bragança Paulista.

17.6 BACIA DO CÓRREGO SANTA HELENA

17.6.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Córrego Santa Helena são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;



- ✓ Readequação de 4 pontes;

17.6.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.6.2.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido na Bacia do Córrego Santa Helena visa conscientizar os estudantes e a população sobre a importância das questões ambientais, que estão intimamente relacionadas com a drenagem urbana no contexto da bacia elementar do Córrego Santa Helena e por consequência no contexto do município.

A implementação do programa de educação ambiental na Bacia elementar do Córrego Santa Helena, em conjunto com os programas de educação ambiental nas outras bacias elementares visa atender a nova legislação em vigor (Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Pelo fato de não ter sido localizada nenhuma escola municipal na bacia elementar do Córrego Santa Helena, sugere-se um convênio do município com a escola estadual existente na bacia, de modo a incluir essa região no programa de educação ambiental do município.

A Tabela 17.6 apresenta a escola estadual existente na bacia elementar do Córrego Santa Helena.

Tabela 17.6 – Escola estadual localizada na bacia elementar do Córrego Santa Helena

BACIA ELEMENTAR - SANTA HELENA	
ESCOLAS	
1	Escola Estadual Professor Paulo Silva

17.6.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

A bacia elementar do Córrego Santa Helena localiza-se em uma área onde, apesar de existirem regiões permeáveis consideráveis, há uma mancha urbana consolidada. Em eventos de inundação há regiões afetadas na bacia e um sistema de previsão e alerta é justificado.



O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Córrego Santa Helena será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro e um fluviômetro na bacia, que serão interligados ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas no site de informações hidrológicas municipal proposto.

O pluviômetro integrante do sistema de informações hidrológicas proposto poderá ser implantado na Escola Estadual Paulo Silva localizada na bacia elementar do Córrego Santa Helena, em local distante de árvores e em local seguro, evitando possíveis ações de vandalismo.

O fluviômetro deve localizar-se nas proximidades da coordenada 22°58'52.94"S e 46°31'40.91"O. Esta localização da coordenada se deve ao fato de esta região que circunscreve este ponto é uma área de inundação em eventos naturais mais extremos.

Com estes equipamentos interligados à central de monitoramento de informações hidrológicas do município proposto, a população residente na bacia elementar do Córrego Santa Helena pode acompanhar como está a situação dos canais em sua região e nas outras bacias elementares do município, podendo prevenir situações de risco e exposição a danos.

17.7 BACIA DO CÓRREGO JARDIM AMÉRICA

17.7.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Córrego Jardim América são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 2 pontes;



17.7.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.7.2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A bacia elementar do Córrego Jardim América possui em sua maior área de abrangência áreas de pastagens e terrenos para cultivos, sendo sua porção urbanizada reduzida. Pelo cadastro de escolas municipais não foi localizada nenhuma escola na abrangência da bacia.

Assim, sugere-se que o acompanhamento das ações do programa de educação ambiental ocorra nas dependências das escolas nas bacias que fazem divisa com a bacia elementar do Córrego Jardim América, ou seja, a bacia elementar do Ribeirão Lavapés ou a bacia elementar do Ribeirão do Taboão.

Assim, garante-se a integralidade do programa, viabilizando o acesso ao mesmo para a população residente na bacia elementar do Córrego Jardim América.

17.7.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

Em função da bacia elementar do Jardim América não ser uma bacia de grandes proporções e possuir em sua maior área de abrangência terrenos de pastagens e áreas preparadas para cultivo, com mancha urbana reduzida, o sistema de previsão e alerta de informações funcionará somente como alerta à população em situações de desastres naturais e previsão de enchentes.

Deste modo, por questões de viabilidade econômica não se faz necessária a instalação de equipamentos de monitoramento exclusivos nesta bacia, podendo o monitoramento pluviométrico ser realizado com os equipamentos dispostos nas bacias elementares vizinhas que possuem pluviômetros.

Além disso, todo o sistema de informações hidrológicas e o acesso ao site proposto com essas informações no município permitem o conhecimento acerca da situação hidrológica do município, garantindo a segurança dos moradores da bacia elementar do Córrego Jardim América.



17.8 BACIA DO CANAL ANHUMAS

17.8.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Canal Anhumas são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais retangulares deverão ser construídos em concreto;
- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos.

17.8.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.8.2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido no canal Anhumas visa conscientizar os estudantes e a população sobre a importância das questões ambientais, que estão intimamente relacionadas com a drenagem urbana no contexto da bacia elementar do canal Anhumas e por consequência no contexto do município.

A implementação do programa de educação ambiental na Bacia elementar do canal Anhumas, em conjunto com os programas de educação ambiental nas outras bacias elementares visa atender a nova legislação em vigor (Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Assim, tal medida é parte integrante para o cumprimento dos quesitos de atendimento a esta nova legislação vigente.

Uma proposta complementar para o programa de educação ambiental na bacia elementar do canal Anhumas é a instalação de pluviômetros educativos, que buscam orientar os estudantes sobre os fenômenos hidrológicos e a importância dos mesmos no contexto da bacia elementar do canal Anhumas e assim, do município.

A Tabela 17.7 lista as escolas existentes na bacia elementar do Canal Anhumas.

**Tabela 17.7 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Canal Anhumas.**

BACIA ELEMENTAR - ÁGUA COMPRIDA	
ESCOLAS	
1	Escola Municipal Ensino Infantil Vila Bianchi
2	Escola Municipal Profª. Arline Menin Andrade

17.8.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Canal Anhumas será integrado com as outras bacias elementares. É proposta a instalação de um pluviômetro e um fluviômetro na bacia, que serão interligados ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas em um site de informações hidrológicas municipal proposto.

O pluviômetro proposto poderá ser implantado em uma das escolas listadas na Tabela 17.7 em local distante de árvores e que possua segurança adequada contra possíveis ações de vandalismo.

O fluviômetro deve ser instalado nas proximidades da coordenada 22°56'53.33"S e 46°32'31.23"O, na Avenida dos Imigrantes, nas proximidades da praça municipal. Este ponto do canal é estratégico para análise da lâmina d'água pois é um ponto crítico na bacia elementar do Canal Anhumas.

Com estes equipamentos interligados à central de monitoramento de informações hidrológicas do município proposto, a população residente na bacia elementar do Canal Anhumas pode acompanhar a situação dos canais em sua região e nas outras bacias elementares do município, podendo prevenir situações de risco e exposição a danos.

17.9 BACIA DO CÓRREGO CIDADE PLANEJADA

17.9.1 MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais propostas para a bacia elementar do Córrego Cidade Planejada são:

- ✓ Construção dos canais conforme o projeto básico;
- ✓ Os canais trapezoidais deverão ser construídos em pedra argamassada e os canais retangulares em concreto;



- ✓ Inspeção, limpeza, remoção de sedimentos, roçada e destocamento devem ser realizadas a cada 2 anos;
- ✓ Readequação de 1 ponte;

17.9.2 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

17.9.2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A bacia elementar do Córrego Cidade Planejada encontra-se na região setentrional das bacias elementares analisadas no projeto em análise. Esta bacia ocupa uma área, apesar de não grande em tamanho, porém bastante urbanizada, sendo estratégica para ações de educação ambiental.

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido na Bacia do Córrego Cidade Planejada busca a conscientização dos estudantes e da população sobre a importância das questões ambientais, que estão correlacionadas com a drenagem urbana no contexto da bacia elementar do Córrego Cidade Planejada e consequentemente com o município.

A implementação do programa de educação ambiental na Bacia do Córrego Cidade Planejada, em conjunto com outros programas de educação ambiental nas outras bacias elementares do município visa atender a nova legislação em vigor (Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012, lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), que cita em seu Artigo 29, Parágrafo 7º que: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios”.

Como forma de complementar o programa de educação ambiental na bacia elementar do Córrego Cidade Planejada é proposta a instalação de pluviômetros educativos que visam orientar os estudantes sobre os fenômenos hidrológicos e sua importância na realidade da bacia e do município.

A Tabela 17.8 apresenta uma lista com as escolas municipais da bacia elementar Córrego Cidade Planejada onde o programa de educação ambiental proposto pode ser executado.



Tabela 17.8 – Lista de escolas municipais da bacia elementar do Córrego Cidade Planejada

BACIA ELEMENTAR - CIDADE PLANEJADA	
ESCOLAS	
1	Escola Municipal Professora Dinorah Ramos
2	Escola Municipal Professora Maria Losasso Sabella
3	Escola Municipal Professor Doutor Nelson Carrozo
4	Escola Municipal Professora Maria Thereza Cacossi Salema
5	Escola Municipal Antônio da Fonseca
6	Escola Municipal Professora Ivonne dos Santos Dias
7	Escola Municipal Antonio José da Fonseca

17.9.2.2 SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES

O sistema de previsão e alerta de inundações a ser implantado na bacia elementar do Córrego Cidade Planejada será integrado com as outras bacias elementares. Será proposta a instalação de um pluviômetro e um fluviômetro na bacia, que serão interligados ao sistema central de informações hidrológicas do município, cujas informações serão alojadas em um site de informações hidrológicas municipal proposto.

O pluviômetro proposto poderá ser implantado em uma das escolas listadas na Tabela 17.8 em local distante de árvores e que possua segurança adequada contra possíveis ações de vandalismo.

O fluviômetro deve ser instalado nas proximidades da coordenada 22°54'44.56"S e 46°32'57.51"O, próximo à Rua Alypio Leme Oliveira. Este ponto do canal é estratégico para análise da lâmina d'água pois é um ponto crítico na bacia elementar do Córrego Cidade Planejada.

Com estes equipamentos interligados à central de monitoramento de informações hidrológicas do município proposto, a população residente na bacia elementar do Córrego Cidade Planejada pode acompanhar como se encontra a situação dos canais em sua região e nas outras bacias elementares do município, podendo prevenir situações de risco e exposição a danos.



18 METAS E PRAZOS PARA AÇÕES ESPECÍFICAS EM CADA BACIA ELEMENTAR

Foram apresentados diferentes cenários que representam alternativas de direcionamento no âmbito da macrodrenagem. A partir da seleção do cenário a ser adotado, foram avaliadas as demandas que caracterizam os objetivos e metas para curto, médio e longo prazo, admitidos os intervalos de tempo previamente estabelecidos:

- ✓ Curto prazo – anual ou até 4 anos;
- ✓ Médio prazo – entre 4 e 8 anos;
- ✓ Longo prazo – acima de 8 e até 20 anos.

A resultante desta avaliação proporcionará os investimentos decorrentes dos incrementos para as adequações físicas, bem como melhorias, planos gerenciais, instalação de equipamentos, entre outras demandas identificadas.

A Tabela 18.1 apresenta os prazos e metas para as ações propostas, analisadas especificamente para cada bacia elementar analisada.

Tabela 18.1 – Prazos e metas especificadas para cada bacia elementar analisada

PRAZOS E METAS POR BACIA ELEMENTAR				
BACIA ELEMENTAR	MEDIDAS	DETALHAMENTO	CURTO	MÉDIO LONGO
LAVAPÉS	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
TORÓ	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos canais	x	
		Manutenção dos Canais		x
		Readequação de pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
TABOÃO	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	



PRAZOS E METAS POR BACIA ELEMENTAR				
BACIA ELEMENTAR	MEDIDAS	DETALHAMENTO	CURTO	MÉDIO LONGO
ITAPECHINGA	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
		Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Readequação de Pontes	x	
		Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
ÁGUA COMPRIDA	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear		x
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
SANTA HELENA	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
JARDIM AMÉRICA	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
CANAL ANHUMAS	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x
CIDADE PLANEJADA	MEDIDAS ESTRUTURAIS	Construção dos Canais	x	
		Manutenção dos Canais e Reservatórios		x
		Readequação de Pontes	x	
	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	Programa de Educação Ambiental	x	
		Parque Linear	x	
		Sistema de Previsão e Alerta de Inundações		x



19 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*.
- 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.
- 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.
- 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 contries* .
- 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-detalhe.aspx?secaoId=66&id=3301>
- SELLES. (2001). Revitalização de rios – orientação técnica. . *SEMADS*, 78.



- 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*.
- 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.



CONTRATADA:

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