

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIAGNÓSTICO E DIRETRIZES PARA PLANO
DIRETOR DE DRENAGEM URBANA.
RIBEIRÃO QUILOMBO – AMERICANA – SP.**

Volume 1

Autor: Arquiteto Jairo César Colombo

**Campinas
2.002**

UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**DIAGNÓSTICO E DIRETRIZES PARA PLANO
DIRETOR DE DRENAGEM URBANA.
RIBEIRÃO QUILOMBO – AMERICANA – SP.**

**Autor: Arquiteto Jairo César Colombo
Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos.

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese.

Prof. Dr.

Matrícula:

03/06/02

201576

**Campinas, SP
Fevereiro de 2.002**

UNIDADE 30
Nº CHAMADA T/UNICAMP
C717d
V 01 EX
TOMBO BCI 50360
PROC 16-837/02
C DX
PREÇO R\$ 11,00
DATA 15/08/02
Nº CPD _____

CMO0172559-7

BIB ID 255814

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C717d Colombo, Jairo Cezar
Diagnóstico e diretrizes para plano diretor de
drenagem urbana. Ribeirão Quilombo – Americana – SP.
/ Jairo Cezar Colombo.--Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Antonio Carlos Zuffo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Drenagem. 2. Sistemas de informação geográfica.
3. Planejamento urbano. I. Zuffo, Antonio Carlos. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
BIBLIOTECA DE ENGENHARIA
CAMPINAS, SP
15/08/02

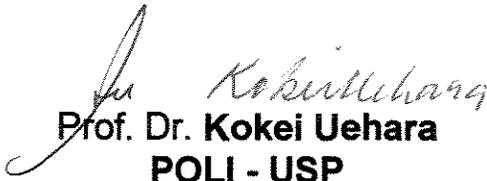
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

**DIAGNÓSTICO E DIRETRIZES PARA PLANO
DIRETOR DE DRENAGEM URBANA.
RIBEIRÃO QUILOMBO – AMERICANA – SP.**

Autor: Arquiteto Jairo César Colombo

Dissertação apresentada a Banca Examinadora, constituída por:


Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo
Presidente e Orientador
UNICAMP


Prof. Dr. Kokei Uehara
POLI - USP


Prof. Dr. Paulo Sérgio Franco Barbosa
UNICAMP

Campinas, 26 de Fevereiro de 2.002.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

80059725

Dedicatória

Para minha esposa Regina e meus filhos Victor, Rodolfo e Luiza, cujo desprendimento com relação aos seus projetos pessoais e apoio (insubstituível) nos momentos difíceis, permitiram que esse período de estudo transcorresse em clima de tranquilidade e de paz no plano pessoal.

Ao meu pai Euclides e minha irmã Valéria.
Em especial dedico (em memória) a minha querida e inesquecível mãe Ruth.

Agradecimentos

A lista de companheiros que auxiliaram sobremaneira no levantamento de dados e em discussões técnicas é extensa, sendo impossível citar nominalmente a todos. Mas mesmo assim, gostaria de agradecer primeiramente aos Digníssimos Senhores Professores, funcionários, amigos da Unicamp e em especial aos do Departamento de Recursos Hídricos da FEC da UNICAMP, simbolicamente na pessoa da Prof. Dr. Paulo Sérgio Franco Barbosa; Departamento de Saneamento e Ambiente da FEC da UNICAMP, simbolicamente na pessoa da Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos; Instituto de Geociência da UNICAMP, simbolicamente na pessoa da Prof. Dr. Álvaro Penteado Crósta; Departamento de Geoprocessamento da FEAGRI – UNICAMP, simbolicamente na pessoa da Prof. Dr. Jansle Vieira Rocha; POLI – USP – São Paulo, simbolicamente na pessoa do Prof. Dr. Kokei Uehara; FAU – USP – São Paulo; FAU – USP – São Carlos; Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Obras do Governo do Estado de São Paulo; Prefeitura Municipal de Americana, nas pessoas dos Senhores Dr. Fernando Vaz Pupo e Antonio Augusto Dias Oliveira e demais funcionários da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, bem como as Prefeituras Municipais de Nova Odessa, Sumaré e Campinas, e em geral; pelo envolvimento na transmissão de arquivos, informações e pelo carinho demonstrado em diversas manifestações de apoio a este Mestrado, sem os quais dificilmente obteria em tempo hábil o conjunto de dados da dissertação, bem como importantes informações técnicas relacionadas às suas áreas de especialização. Colaborações inestimáveis prestadas por diversas pessoas que preencheram importantes lacunas relativas à compreensão da área estudada. A atenção e o carinho recebidos em todos os contatos estabelecidos.

Ao Orientador, Professor Doutor ANTONIO CARLOS ZUFFO, pelas idéias e sugestões implementadas neste trabalho e sobre tudo pela cordialidade, disponibilidade e paciência na revisão de conceitos, vistos e revistos ao longo da dissertação.

Aos Mestrandos e Doutorandos ingressos em 1.999, como também todos os demais colegas que mantive contato, de outras turmas da Pós Graduação da Engenharia Civil da UNICAMP, meu respeito e admiração pela prática da ajuda mútua em uma ambiência permeada pela superação pessoal. Percorridos este período de convivência materializa-se a grata certeza da formação de novas amizades.

“Quando nada parece dar certo, vou ver o cortador de pedras martelando sua rocha, cem vezes, sem que uma única rachadura apareça. Mas na centésima primeira martelada a pedra se abre em duas, e eu sei que não foi aquela que conseguiu isso, mas todas as que vieram antes”.

JACOB RUS (1.849 – 1.914)
Escritor e ativista político dinamarquês,
naturalizado americano

Sumário

Página

VOLUME 1

Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de Quadros.....	xv
Lista de Fotografias.....	xvii
Lista de Plantas.....	xx
Lista de Abreviatura.....	xxi
Resumo.....	xxiii
1 Introdução.....	1
2 Objetivos.....	5
3 Revisão Bibliográfica.....	6
3.1 O Ciclo Hidrológico.....	6
3.2 As Enchentes Urbanas.....	8
3.3 Drenagem Urbana.....	12
3.3.1 Plano Diretor de Drenagem Urbana.....	13
3.3.2 Normalizações para o Plano Diretor de Drenagem.....	15
3.3.3 Controle de Uso do Solo.....	17
3.4 Previsão de vazões de projeto para a macro drenagem.....	19
3.4.1 O Programa ABC4.....	19
3.4.1.1 Método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara – SBUH.....	20

3.4.1.2 Tempo de Concentração.....	24
3.4.1.3 Relação entre chuvas de diferentes durações.....	26
3.4.1.4 Abatimento ponto-área.....	29
3.5 Controle de Inundações.....	30
3.5.1 Soluções Estruturais.....	31
3.5.2 Soluções Não Estruturais.....	33
4 Geotecnologia – Revisão Bibliográfica Específica.....	36
4.1 Sistemas de Imagens para exploração de informações.....	36
4.1.1 Técnicas de Processamento de Imagens e Dados.....	37
4.1.2 Manual de Sensoriamento Remoto.....	39
4.1.3 A informação contida numa imagem digital.....	39
4.1.4 Análise e interpretação de imagens.....	40
4.1.5 Composição Colorida para Imagem.....	40
4.2 Pacote de ferramentas para Processamento de Imagem.....	42
4.3 Pré-processamento.....	43
4.3.1 Geocodificação.....	43
4.3.2 Calibração.....	43
4.4 Imagens de Composição Colorida.....	44
4.4.1 Razão de banda.....	44
4.4.2 Desenvolvimento de estratégia para Sensoriamento Remoto.....	45
4.4.2.1 Pós Classificação Suavizada.....	46
4.4.2.2 Avaliação da exatidão da Classificação.....	46
4.5 Sistemas de Satélites.....	47
4.5.1 Landsats 4, 5 e 6.....	48
4.5.2 SPOT 1, 2 e 3.....	48
4.5.3 FUYO 1 (JRES1).....	49
4.5.4 Satélites de Recurso Indiano (IRS).....	49
4.5.5 Sistemas de Satélites avançados.....	50
4.5.5.1 Landsat 7.....	50
4.5.5.2 SPOT 4, 5 e 6.....	51
4.5.5.3 ÁSTER.....	51
4.5.5.4 Outros Satélites Planejados.....	51

4.5.6	Sistemas Aerotransportados atuais.....	52
4.5.7	Espectrômetros de Imagem de Pesquisa Ambiental e Geofísica.....	52
4.6	Sistemas de Informação Geográfica - SIG.....	53
4.6.1	Componentes de um SIG.....	55
4.6.1.1	<i>Hardware</i>	55
4.6.1.2	<i>Software</i>	56
4.6.1.3	<i>Peopleware</i> (Recursos Humanos).....	57
4.6.1.4	Base de Dados.....	58
4.6.1.5	Métodos e Procedimentos.....	59
4.6.2	Sub-sistemas de Software SIG.....	59
4.6.2.1	Captura de Dados.....	60
4.6.2.2	Armazenamento e gerenciamento dos Dados.....	60
4.6.2.3	Análise de Proximidade.....	62
4.6.2.4	Análise de Overlay.....	62
4.6.2.5	Visualização e apresentação de dados.....	63
4.6.3	Exemplos de Aplicação.....	63
4.6.4	Plano estratégico de implementação de um SIG.....	70
4.6.4.1	Seleção do software.....	70
4.6.4.2	Justificativa e expectativa.....	72
4.6.4.3	Etapas de implementação.....	73
4.6.4.4	Fracassos na estratégia de implantação de um SIG.....	74
5	Material e Método.....	76
5.1	Formação de banco de dados.....	76
5.1.1	Procedimentos para o Processamento Digital da Imagem.....	77
5.1.2	Produção do material cartográfico.....	88
5.1.3	Levantamento de dados específicos sobre a água.....	89
5.1.3.1	Dados hidrológicos fluviométricos/fluviográficos.....	89
5.1.3.2	Dados hidrológicos pluviométricos/pluviográficos.....	91
5.2	Vazões de projeto para a macro drenagem.....	93
5.3	Diretrizes para o Plano Diretor Preventivo (DPDP).....	93
5.4	Diretrizes para o Plano Diretor Corretivo (DPDC).....	94
5.5	Estudo de Caso.....	95

5.5.1 Região Metropolitana.....	95
5.5.1.1 Cidade de Americana.....	96
5.5.1.2 Cidade de Campinas.....	98
5.5.1.3 Cidade de Hortolândia.....	99
5.5.1.4 Cidade de Nova Odessa.....	100
5.5.1.5 Cidade de Paulínia.....	102
5.5.1.6 Cidade de Santa Bárbara D'Oeste.....	103
5.5.1.7 Cidade de Sumaré.....	104
5.5.2 Americana-SP – Cidade entre rios.....	105
5.5.3 O Ribeirão Quilombo.....	108
6 Resultados e Discussão.....	116
7 Conclusões e Recomendações.....	151
8 Anexos.....	156
Anexo 1 Coleção dos Quadros 8.1 a 8.22.....	157
Anexo 2 Coleção das Fotografias do Ribeirão Quilombo – Região.....	173
Anexo 3 Coleção das Fotografias do Ribeirão Quilombo – Cidade Americana... ..	181
VOLUME 2	
Anexo 4 Coleção das Plantas - Tabela 6.1.....	208
Anexo 5 Coleção das Plantas - Tabela 6.2.....	209
Referências Bibliográficas.....	210
Abstract.....	214

Lista de Figuras

	Página
Figura 3.1	O Ciclo hidrológico sua importância para as atividades humanas..... 7
Figura 3.2	Seção transversal típica de um curso d'água natural..... 9
Figura 3.3	Ocupação urbana da várzea, desrespeitando as várzeas, local natural e ocupação das águas durante as vazões extremas..... 10
Figura 3.4	Estudo de uso e ocupação de várzeas, solução de convivência com o fenômeno natural de enchentes..... 15
Figura 3.5	Relação do coeficiente de distribuição espacial da chuva $k=Im/Io$ com a duração da chuva e a área da bacia A, para várias durações de chuva (U.S. Weather Service)..... 30
Figura 3.6	Medidas estruturais extensivas que propiciam a infiltração..... 33
Figura 5.1	Imagem de satélite LANDSAT™ (ainda sem tratamento) contendo a Região Metropolitana de Campinas, data 03/07/1. 997 órbita 21976..... 77
Figura 5.2	Imagem de satélite LANDSAT™ (ainda sem tratamento) contendo Área da Bacia do Ribeirão Quilombo, data 03/07/1. 997 órbita 21976..... 78
Figura 5.3	Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 3..... 78
Figura 5.4	Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 4..... 79
Figura 5.5	Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 5..... 79
Figura 5.6	Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 4 – Filtro Copersucar..... 80
Figura 5.7	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Bandas 3 4 5. 81
Figura 5.8	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia do Ribeirão Quilombo..... 81
Figura 5.9	Identificação automática dos principais cursos d'água..... 82
Figura 5.10	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo. Identificação automática dos principais cursos d'água..... 83

Figura 5.11	Identificação automática dos principais cursos d'água. Rios e afluentes.....	83
Figura 5.12	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo. Identificação automática dos principais cursos d'água. Rios e Afluentes.	84
Figura 5.13	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida geo-referenciada.....	85
Figura 5.14	Identificação automática dos principais cursos d'água. Ribeirão Quilombo e seus afluentes.....	86
Figura 5.15	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo na cidade de Americana.....	87
Figura 5.16	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo na cidade de Americana. Identificação automática dos principais cursos d'água - Ribeirão Quilombo e Afluentes.....	87
Figura 5.17	Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida geo-referenciada com interação com informações do banco de dados vetoriais coletados junto ao Departamento de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Americana.....	88
Figura 5.18	Localização do posto fluviométrico D4-010 e da PCH – Carioba no Município de Americana/SP.....	90
Figura 5.19	Localização dos postos pluviométricos no município de Americana, Sumaré e Campinas. Fonte: DAEE-SP (CD-Regionalização Hidrológica do estado de São Paulo).....	90
Figura 5.20	Localização da cidade de Americana, no estado de São Paulo e na Região Metropolitana de Campinas (RMC).....	106
Figura 5.21	Localização do Ribeirão Quilombo na Bacia do Rio Piracicaba.....	115
Figura 6.1	Ajuste de curva para o fator de conversão de chuvas de 24 horas para chuvas de durações menores, baseados nas relações determinadas por GENOVEZ et al. (1994).....	118
Figura 6.2	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Galo em Americana – São Paulo. Verifica-se aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	120
Figura 6.3	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Pyles em Americana – São Paulo. Verifica-se pouca aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	122

Figura 6.4	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Parque em Americana –São Paulo. Verifica-se aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	124
Figura 6.5	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Recanto em Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	126
Figura 6.6	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Angélica em Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	128
Figura 6.7	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o Ribeirão Quilombo a montante da cidade de Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	130
Figura 6.8	Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o Ribeirão Quilombo a jusante da cidade de Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.....	132
Figura 6.9	Mapa Temático apresentando Rodovias, Hidrografia, Represa e Ferrovia na Cidade de Americana.....	141
Figura 6.10	Delimitação do Zoneamento Restritivo para o Ribeirão Quilombo.....	142
Figura 6.11	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Ribeirão Quilombo.....	143
Figura 6.12	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Recanto.....	144
Figura 6.13	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Gallo.....	145
Figura 6.14	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Parque.....	146
Figura 6.15	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Pyles.....	147
Figura 6.16	Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Angélica.....	148

Lista de Tabelas

		Página
Tabela 3.1	Medidas estruturais em drenagem urbana.....	32
Tabela 5.1	Relação de quadros com informações sócio-econômicas da Cidade de Americana – SP.....	107
Tabela 6.1	Relação de Plantas apresentando o Diagnóstico da atual situação da Bacia do Ribeirão Quilombo.	133
Tabela 6.2	Diagnóstico para a elaboração das Diretrizes do Plano Diretor Preventivo (DPDP) - Zoneamento Restritivo e Delimitatório no território na Cidade de Americana – SP para o Ribeirão Quilombo.	135
Tabela 6.3	Diagnóstico para a elaboração das Diretrizes do Plano Diretor Corretivo (DPDC) - Propostas Estruturais e Não estruturais para a o Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP.	137
Tabela 6.4	Relação das Figuras com o Zoneamento Restritivo e Delimitatório e Propostas Estruturais e Não estruturais para a o Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP, conforme Tabelas 06.03 e 06.04.	140
Tabela 6.5	Relação das Plantas elaboradas como Propostas para mitigar os problemas das cheias na Bacia do Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP.....	149

Lista de Quadros

	Página
Quadro 3.1	Relação entre as alturas pluviométricas – valores médio obtidos do estudo de DNOS..... 28
Quadro 8.1	Dados com as características gerais da Cidade de Americana..... 159
Quadro 8.2	Demonstrativo dos dados populacionais da Cidade de Americana..... 160
Quadro 8.3	Demonstrativo da densidade demográfica da área urbana do Município..... 160
Quadro 8.4	Dados Climáticos. Temperatura Média Máxima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP..... 161
Quadro 8.5	Dados Climáticos. Temperatura Média Mínima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP..... 161
Quadro 8.6	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias anuais..... 162
Quadro 8.7	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias mensais..... 162
Quadro 8.8	Dados sobre a precipitação Pluvial (em mm)..... 163
Quadro 8.9	Gráfico demonstrativo da precipitação anual (em mm)..... 163
Quadro 8.10	Precipitação Pluvial (em mm). Período de 1.975 a 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana..... 164
Quadro 8.11	Precipitação Pluvial (em mm). No ano de 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana..... 164
Quadro 8.12	Gráfico com as precipitações pluviais mensais (em mm)..... 165
Quadro 8.13	Gráfico com as precipitações pluviais anuais (em mm)..... 165
Quadro 8.14	Dados Meteorológicos. Alturas Diárias de Chuva..... 166
Quadro 8.15	Dados sobre abastecimento de água..... 167
Quadro 8.16	Energia Elétrica. Consumo Mensal e Anual (em KW/H). Gráfico demonstrativo do consumo em 1.999..... 168
Quadro 8.17	Atividades realizadas junto a CETESB nos anos de 1.997, 1.998 e 1.999..... 169

Quadro 8.18	Licenças Ambientais emitidas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor.....	169
Quadro 8.19	Penalidades aplicadas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor..	170
Quadro 8.20	Receita Municipal, em R\$. – Participação percentual.....	170
Quadro 8.21	Demonstrativo da Receita Municipal, arrecadação do ICMS.....	171
Quadro 8.22	Demonstrativo da arrecadação dos Impostos Federais.....	172

Lista de Fotografias

Página

Parte 01	Ribeirão Quilombo – Região.	
Fotografia 8.1	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo.....	174
Fotografia 8.2	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo - Área Urbana.....	174
Fotografia 8.3	Hortolândia – Córrego Santa Clara.....	175
Fotografia 8.4	Hortolândia – Córrego Santa Clara - Ponte Santana.....	175
Fotografia 8.5	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Altura da Rua Santana.....	176
Fotografia 8.6	Hortolândia – Várzea R. Jacuba - Perímetro Urbano fundo.....	176
Fotografia 8.7	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia da Rua Três.....	177
Fotografia 8.8	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia Estrada BS Continental.....	177
Fotografia 8.9	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Avenida Antônio Rodrigues	178
Fotografia 8.10	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Ponte Antônio Rodrigues....	178
Fotografia 8.11	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Fazenda Fortaleza.....	179
Fotografia 8.12	Nova Odessa – Afluente Córrego Capuava.....	179
Fotografia 8.13	Nova Odessa – Córrego Capuava - Rua Sugismungo Anderman	180
Fotografia 8.14	Nova Odessa – Córrego Capuava - Travessia Rua Sugismungo	180
Parte 02	Ribeirão Quilombo - Cidade de Americana e afluentes.	
Fotografia 8.1	Córrego Parque - Travessia da rua São Salvador.....	184
Fotografia 8.2	Córrego Parque - Travessia da Avenida Brasil.....	184
Fotografia 8.3	Córrego Parque - Travessia Rua das Paineiras.....	185
Fotografia 8.4	Córrego Parque - Jusante da travessia da Rua São Salvador.....	185
Fotografia 8.5	Córrego Parque - Saída do Parque Ecológico.....	186
Fotografia 8.6	Córrego Parque - Escada de dissipação.....	186
Fotografia 8.7	Córrego Parque - Trecho canalizado.....	187

Fotografia 8.8	Córrego Parque - Rua das Palmeiras.....	187
Fotografia 8.9	Córrego Parque - Praça Ideal.....	188
Fotografia 8.10	Córrego Parque - Avenida Brasil com erosão.....	188
Fotografia 8.11	Córrego Parque - Lago do Parque Ecológico.....	189
Fotografia 8.12	Córrego Parque - Final do trecho canalizado.....	189
Fotografia 8.13	Córrego Parque - Desembocadura no Ribeirão Quilombo.....	190
Fotografia 8.14	Córrego Galo - Desembocadura no Ribeirão Quilombo.....	190
Fotografia 8.15	Ribeirão Quilombo - Rodovia SP-304.....	191
Fotografia 8.16	Ribeirão Quilombo - Margem direita.....	191
Fotografia 8.17	Ribeirão Quilombo - Várzea entre Rua V. Saciloto e Linha Férrea	192
Fotografia 8.18	Rib. Quilombo – Paisagem vista da ponte da Rodovia SP – 304..	192
Fotografia 8.19	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba.....	193
Fotografia 8.20	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba.....	193
Fotografia 8.21	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa.....	194
Fotografia 8.22	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa.....	194
Fotografia 8.23	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo.....	195
Fotografia 8.24	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo.....	195
Fotografia 8.25	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najjar.....	196
Fotografia 8.26	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najjar.....	196
Fotografia 8.27	Córrego Pyles - Trecho canalizado.....	197
Fotografia 8.28	Córrego Pyles - Trecho canalizado.....	197
Fotografia 8.29	Córrego Pyles - Trecho canalizado.....	197
Fotografia 8.30	Córrego Pyles – Área desmatada sem proteção.....	198
Fotografia 8.31	Córrego Pyles – Parque de lazer.....	198
Fotografia 8.32	Ribeirão Quilombo - Obras de desassoreamento.....	199
Fotografia 8.33	Ribeirão Quilombo - Trecho de estreitamento.....	200
Fotografia 8.34	Ribeirão Quilombo - Área Central.....	200
Fotografia 8.35	Ribeirão Quilombo - Foz do Córrego Parque.....	201
Fotografia 8.36	Ribeirão Quilombo – Comércio irregular (ocupação clandestina)..	201
Fotografia 8.37	Ribeirão Quilombo - Ocupação clandestina em APPA.....	202
Fotografia 8.38	Ribeirão Quilombo - Usina de Carioba.....	202
Fotografia 8.39	Córrego Angélica - Fazenda Boer.....	203

Fotografia 8.40	Córrego Angélica - Área destinada de preservação da nascente..	203
Fotografia 8.41	Córrego Angélica – Despejo de emissário de esgoto.....	204
Fotografia 8.42	Córrego Angélica – Pequeno trecho canalizado.....	204
Fotografia 8.43	Córrego Angélica - Faixa de preservação.....	205
Fotografia 8.44	Córrego Angélica - Faixa de preservação (depósito de lixo).....	205
Fotografia 8.45	Córrego Angélica - Avenida Nossa Senhora de Fátima.....	206
Fotografia 8.46	Córrego Angélica - Foz no Ribeirão Quilombo.....	206
Fotografia 8.47	Córrego Parque - Trecho canalizado.....	207
Fotografia 8.48	Córrego Parque - Trecho canalizado.....	207

Lista de Plantas

		Página
Planta A	Planta da Cidade de Americana – Acervo Histórico.....	106A
Planta B	Planta da Cidade de Americana – Acervo Histórico.....	106B
Planta C	Planta Localização das Fotografias – Região.....	173A
Planta D	Planta Localização das Fotografias – Americana.....	183A
Planta 08.01	Planta Geral da Bacia do Ribeirão Quilombo – Diagnóstico.....	208A
Planta 08.02	Planta do Município de Americana – Dados Gerais Informações Georeferenciadas do Banco de Dados.....	208B
Planta 08.03	Planta do Município de Americana Grade com Dados Básicos e Sub-Bacias do Ribeirão Quilombo....	208C
Planta 08.04	Planta do Município de Americana Áreas destinadas para ocupação Institucional e Lazer.....	208D
Planta 08.05	Planta - Ribeirão Quilombo – Diagnóstico.....	208E
Planta 08.06	Planta - Córrego Recanto – Diagnóstico.....	208F
Planta 08.07	Planta - Córrego Gallo – Diagnóstico.....	208G
Planta 08.08	Planta - Córrego Parque – Diagnóstico.....	208H
Planta 08.09	Planta - Córrego Pyles – Diagnóstico.....	208 I
Planta 08.10	Planta - Córrego Angélica – Diagnóstico.....	208J
Planta 08.11	Planta - Bacia do Ribeirão Quilombo – Propostas.....	209A
Planta 08.12	Planta - Ribeirão Quilombo em Americana – Propostas.....	209B
Planta 08.13	Planta - Córrego Recanto – Propostas.....	209C
Planta 08.14	Planta - Córrego Gallo – Propostas.....	209D
Planta 08.15	Planta - Córrego Parque – Propostas.....	209E
Planta 08.16	Planta - Córrego Pyles – Propostas.....	209F
Planta 08.17	Planta - Córrego Angélica – Propostas.....	210G

Abreviaturas

ACIC	Associação Comercial e Industrial de Campinas
APPA	Área Permanente Preservação Ambiental
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>
BCET	Técnica de aumento de balanço de contraste
BMT	Bacia do Médio Tietê
CAD	<i>Computer Aid Design</i>
CCT	<i>Computer Compatible Tape</i>
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DPDC	Diretrizes para o Plano Diretor Corretivo
DPDP	Diretrizes para o Plano Diretor Preventivo
ETM	<i>Enhanced Thematic Mapper</i>
GER	<i>Geophysical & Environmental Reserach Coporation</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HRGB	Composição de imagem colorida
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
lat.	Latitude
LISS	<i>Linear Imaging Self-Scanning Sensor</i>
long.	Longitude
MSS	<i>Multispectral Scanner</i>
OPS	Sensor óptico de banda
PCA	Análise de componente principal
PDC	Plano Diretor Corretivo
PCH	Carioba Pequena Central Hidroelétrica de Carioba
PDISR	Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto

PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PDP	Plano Diretor Preventivo
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
RGB	Vermelha-Verde-Azul
RGB – HSI	Intensidade matriz de saturação vermelho, verde e azul
RMC	Região Metropolitana de Campinas
SBUH	Hidrograma Urbano de Santa Bárbara
SCS	Soil Conservation Service
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SWIR	<i>Infrared short wave</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
UGRHI	Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
WFS	Sensor campo largo

Resumo

COLOMBO, Jairo César. **Diagnóstico e diretrizes para Plano Diretor de Drenagem Urbana. Ribeirão Quilombo – Americana – SP.** Campinas: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, 2.002.

As enchentes urbanas são cada vez mais um problema grave e difícil de ser solucionado. A utilização por Administrações Públicas de Geotecnologias como Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (PDISR) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tanto para diagnóstico como para auxiliar na elaboração de propostas para Projetos de Planos Urbanísticos de Drenagem Urbana no setor de Recursos Hídricos ainda não é uma prática comum. Esta dissertação utilizou destas tecnologias tomando como estudo de caso a Bacia do Ribeirão Quilombo na Cidade de Americana – SP. Além da proposta básica do Plano Diretor acima descrito aprofundou-se os conhecimentos e as técnicas de utilização do SIG e PDISR, na elaboração documentação adequada, que propicia ao Planejador e ao Gerente Urbanista um conjunto de informações que facilitam suas atividades destinadas a administrar os licenciamentos da organização, os impactos ambientais passados, presentes e futuros e assim conservar os recursos naturais, evitar situações irreversíveis de degradação a médio e longo prazo, evitar a contaminação e melhorar a qualidade de vida da população. Neste sentido, a dissertação tratou também de prover meios para guiar e controlar o desenvolvimento dentro da bacia propondo soluções estruturais e não estruturais tais como: Urbanísticas (Parques Temáticos, Áreas de Lazer e Desportos, recomposição de Mata Ciliar, etc); Técnicas (Retificações, Piscinões, Canalizações, etc); Legais (Zoneamento Urbano e Planos Diretores de Uso do Solo). Este trabalho utilizou método determinístico para a estimativa da vazão de projeto.

Palavras Chaves:

Drenagem Urbana, SIG - Sistemas de Informação Geográfica, Planejamento Urbano.

1 Introdução

As enchentes urbanas no Brasil são um problema cada vez mais crônico. Este cenário foi criado ao longo dos anos, principalmente, pela gerência inadequada do planejamento da drenagem, e pela filosofia equivocada dos projetos de engenharia. A gestão deficiente é resultado da falta de mecanismos legais e administrativos, para o controle da ampliação do escoamento superficial provocado pela crescente urbanização.

O crescimento acelerado da urbanização torna a consideração da drenagem um fator importante do sistema ambiental urbano. O desenvolvimento acarreta a impermeabilização de áreas onde há ocupação antrópica. Assim, a parcela das águas de chuva que antes eram perdidas por infiltração, nas áreas não impermeabilizadas, são transferidas para o escoamento superficial direto, sobrecarregando o sistema de macrodrenagem natural. Os condutos pluviais existentes não mais atendem aos crescentes acréscimos das vazões, a solução encontrada tem sido a da construção de novas obras para adequarem esses condutos às novas realidades hidráulicas, e assim evitar inundações, prejuízos materiais, sociais e ambientais. Porém mostram-se extremamente caras, pois espaços livres para essas obras não existem, e a desocupação necessária das margens dos cursos d'água é muito difícil e bastante onerosa.

A filosofia preconcebida, de que a boa drenagem seria aquela que permitisse o escoamento rápido das águas precipitadas sobre as bacias, mostrou-se falha, pois tem transferido, sucessivamente, o problema das enchentes para as áreas de jusante e ampliando sua magnitude. No entanto, a melhor drenagem é aquela que drena o

escoamento sem produzir impactos nem no local, nem a jusante e que promove uma maior infiltração da água de chuva no solo, como também não drena o bolso do contribuinte. As conseqüências desses equívocos têm produzido elevados custos para a sociedade em geral, principalmente aos menos favorecidos que acabam ocupando as áreas de maiores riscos às enchentes.

O principal instrumento para analisar uma situação importante de drenagem passa pelo desenvolvimento de novas propostas de engenharia, através de soluções não estruturais e estruturais, conjuntamente. A elaboração de projetos de drenagem urbana exige uma normalização e uma programação de obras, pondo a prova os critérios e os modelos de situações reais que constituem a drenagem urbana. Todas essas soluções passam, necessariamente, pelo planejamento integrado do crescimento urbano e do desenvolvimento de sua infra-estrutura, tarefas do urbanista.

O Urbanista, como organizador dos espaços e solucionador das problemáticas municipais e intermunicipais, necessita de um grande número de informações que lhe darão subsídios para, dentro da gestão municipal inteligente, exercer suas atividades com eficiência. Para utilizar procedimentos e conceitos modernos da Administração Pública, necessita também de ferramentas dinâmicas e adequadas ao trabalho. A utilização de algumas técnicas da computação gráfica, tais como o Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (PDISR) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem uma visão dinâmica e mais abrangente das problemáticas públicas possibilitando sua análise e solução e estabelecimento de suas diretrizes básicas.

A Gestão Municipal Inteligente é a criação de uma nova mentalidade na qual os sistemas tradicionais de automação agregam a variável espacial para aumentar a eficiência governamental. Baseia-se na definição das vocações dos municípios e nas dificuldades que enfrentam na solução de questões financeiras, sócio-econômicas e físico-territoriais.

A integração de PDISR e SIG às ferramentas administrativas e gerenciais das Prefeituras ainda não é uma cultura em nosso meio. Nos últimos anos tem-se

observado uma tímida implementação, apesar do expressivo interesse de governos municipais para a implantação de PDISR e SIG em seus municípios. A partir de iniciativas pioneiras na implantação dessa tecnologia, observa-se o crescente interesse de administrações públicas em conhecer o espaço geográfico onde atuam, e também gerenciá-lo de modo que os aspectos ambientais, legais, sociais, etc., sejam implantados e distribuídos de maneira justa e coerente, de modo a garantir uma qualidade de vida melhor à sua população.

As Diretrizes Básicas são dadas por meio da elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), que possibilita o planejamento de obras, tipo de ocupação e utilização de áreas ainda não ocupadas, desocupação e/ou restrições de uso para outras. Sendo cada uma das mesmas, elaboradas pelo PDDU, implantadas de acordo com suas prioridades e disponibilidades financeiras. O Planejamento Diretor de Drenagem Urbana é parte integrante dos sistemas de Planejamento Urbano, que precisa ser precedido de/ou incluir projeto conceitual específico.

Onde for aplicável, o Planejamento Diretor é seguido por projeto preliminar, projeto final, contratação, construção, cadastro e implementação. Nessas condições, o Plano Diretor de uma bacia precisa ser suficientemente definitivo para ser, de fato, um instrumento de trabalho no planejamento regional e local, e para rever propostas de desenvolvimento feitas pelas entidades locais responsáveis.

O PDDU deve fornecer as soluções estruturais e não-estruturais viáveis para a bacia, de modo que não sejam ampliados os danos materiais e humanos bem como outros prejuízos não quantificáveis, por meio da recuperação dos vales, criação de áreas de amortecimento de enchentes, desobstrução de pontos singulares que dificultam o escoamento das vazões naturais nos fundos de vale, bem como a desocupação de áreas sujeitas a inundações, aumento de áreas permeáveis entre outras soluções possíveis.

Devido a falta de dados fluviométricos em bacias urbanas, este trabalho utilizou um método determinístico para a estimativa da vazão de projeto. O método

determinístico utilizado foi o Santa Bárbara, por meio do programa ABC4. Este método foi desenvolvido para aplicação em área urbana.

Este trabalho visou a investigação dos dados necessários para diagnóstico da área em questão bem como o estabelecimento de Diagnóstico e das Diretrizes Básicas para o Plano Diretor da Bacia do Ribeirão Quilombo na Cidade de Americana - SP, que promoverão os meios para controlar as vazões produzidas e guiá-las dentro do espaço urbano desenvolvido na bacia, visto que a cidade já ocupou os fundos de vales.

Nesta dissertação ao utilizar-se geotecnologias, tais como o Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (PDISR) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitiu-se uma significativa economia de tempo para execução dos trabalhos, bem como precisão dos dados, dentre outros, na elaboração de documentação adequada para o Diagnóstico e as Diretrizes para o Plano Diretor de Drenagem Urbana no Ribeirão Quilombo e em especial na cidade de Americana.

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi a elaboração de Diagnóstico e Diretrizes Básicas fornecendo subsídios para o Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU, na Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo, cidade de Americana – SP. É escopo deste trabalho a introdução de Geotecnologia, como o do Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (PDISR) e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na elaboração da proposta, de forma a que estas tecnologias possibilitaram a redução do tempo de trabalho, ampliando os horizontes abrangidos na elaboração do PDDU.

Objetivou-se ainda a identificação das principais limitações e vantagens obtidas pela metodologia adotada, possibilitando ao urbanista fundamentar suas decisões na condução das cidades, por meio de uma ótica crítica dessas ferramentas.

3 Revisão Bibliográfica

A drenagem urbana é parte integrante da infraestrutura urbana e como tal deve ser planejada. Embora o controle de inundações tenha sido, quase sempre, objeto de análise exclusiva de hidrólogos, mais recentemente, outras áreas de conhecimento têm sido valiosas na contribuição para a melhor compreensão do problema. A Educação Ambiental é mais um dos pontos de sustentação das ações que visam controlar os danos das inundações.

3.1 O Ciclo Hidrológico

O processo de circulação da água no planeta Terra é chamado de ciclo hidrológico. A evaporação, precipitação, infiltração, escoamentos superficial e subterrâneo fazem parte desse ciclo.

Numa bacia hidrográfica em estado natural, a água precipitada pode ser interceptada, retida por obstáculos naturais, propiciando melhores condições para a infiltração, que provocam o retardamento da chegada desse escoamento à exutória da bacia. Na fase terrestre, as águas se agrupam em “bacias hidrográficas”, que podem ser definidas como um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem formada por cursos d’água que confluem até resultar um leito único. Isso significa que, se a superfície do solo estiver sem cobertura vegetal ou total ou parcialmente impermeabilizada, como acontece numa área urbana, a água irá infiltrar-se menos no

solo e atingir mais rapidamente e com maior volume os cursos d'água, ocupando seu leito maior, ou seja, a várzea.

A Hidrologia é a ciência das águas. Pela Hidrologia, estuda-se não só os ciclos hídricos como também as causas, consequências e impactos da relação do homem e demais seres vivos com as águas. Uma das áreas do desenvolvimento da Hidrologia Urbana é a Drenagem, que estuda especificamente os impactos que a ocupação do solo pelo homem causam no ciclo hidrológico.

Sendo a água um elemento vital, a relação que os homens mantêm com os solos mais próximos aos drenos, especialmente aqueles localizados junto a concentrações urbanas, ganha especial importância, merecendo em todo o mundo um papel de destaque no planejamento e ocupação dos espaços no planeta. A Figura 3.1 ilustra o ciclo hidrológico em áreas urbanizadas.

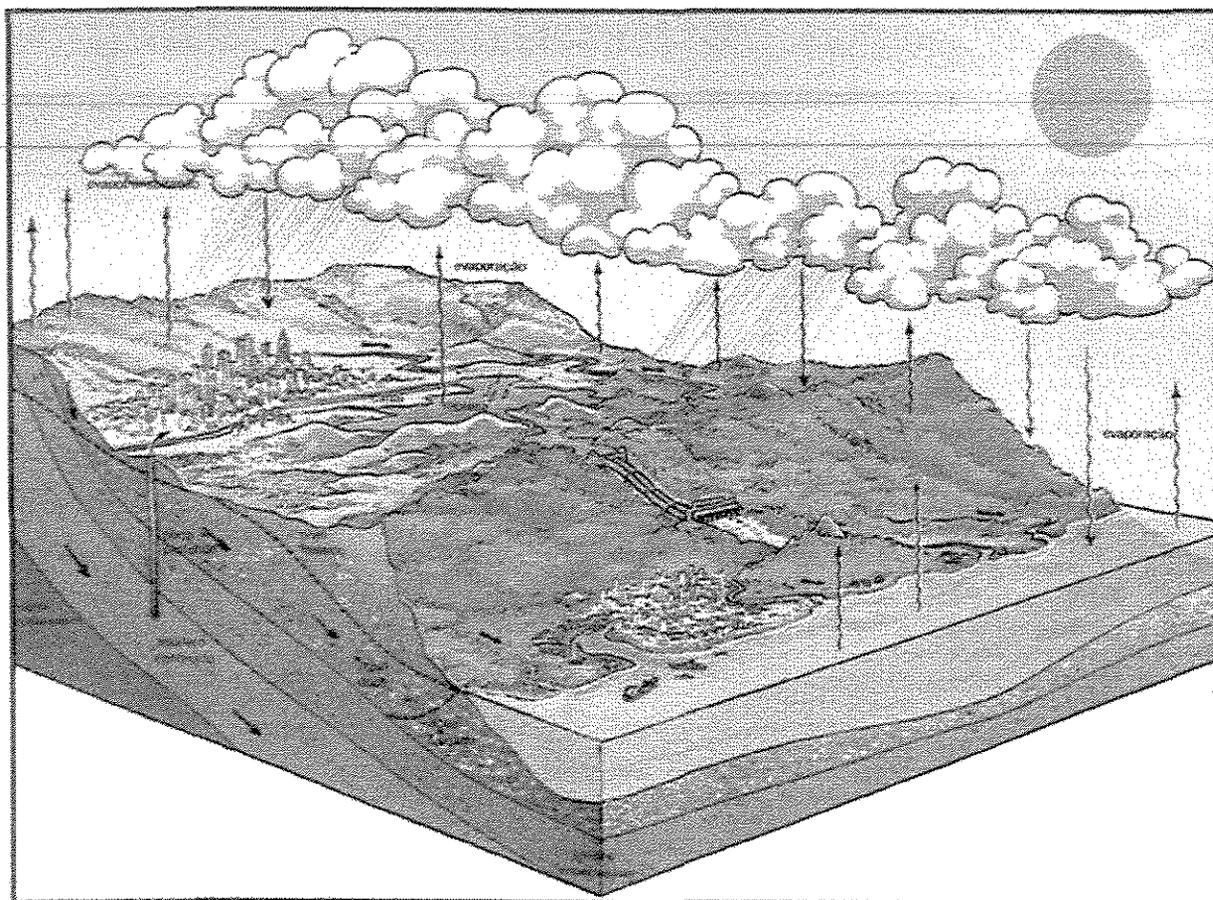


Figura 3.1 – O Ciclo hidrológico e a sua importância para as atividades humanas.

Na Hidrologia, ganha especial destaque a abordagem voltada aos grandes centros urbanos. Assim como as demais ciências têm evoluído em direção a uma maior interação de áreas de estudo. A Hidrologia Urbana atual também tem se relacionado com várias outras disciplinas científicas seja nos aspectos básicos como faz em relação à física (mecânica e termodinâmica), à química, à biologia, à geologia, a meteorologia, seja também, no seu aspecto aplicado, onde utiliza conceitos peculiares da engenharia, do direito, da economia e da sociologia.

3.2 As Enchentes Urbanas

Ao longo das últimas décadas observou-se no Brasil um crescimento significativo da população urbana, principalmente a partir da década de 60, criando-se a chamada região metropolitana. Como esse desenvolvimento ocorreu de forma não planejada e muito acelerada, não foi possível o crescimento proporcional da infraestrutura urbana, principalmente na década de 80, quando os investimentos foram reduzidos, conforme TUCCI (1993). Para BRAGA (1997), os principais problemas de drenagem urbana associada a países em desenvolvimento são:

- rápida expansão da população que vive em áreas urbanas;
- nível de conscientização da população a respeito do problema é baixo;
- planos diretores e planos de longo prazo são ineficientes;
- precária utilização de medidas não-estruturais e
- inadequada utilização dos sistemas de controle de cheias.

As enchentes ocorrem por um processo natural do rio que ocupa o seu leito maior, de acordo com eventos extremos chuvosos, em média com tempo de recorrência superior a dois anos, conforme TUCCI (1993). A seqüência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários loteiem áreas inadequadas e que acabam sendo aprovadas pelo poder público, como também os ocasionados pela ocupação clandestina. As Figuras 3.2 e 3.3 ilustram o processo das enchentes em bacias rurais,

para bacias em estado de urbanização e a bacia já urbanizada e seus efeitos sobre as áreas ribeirinhas.

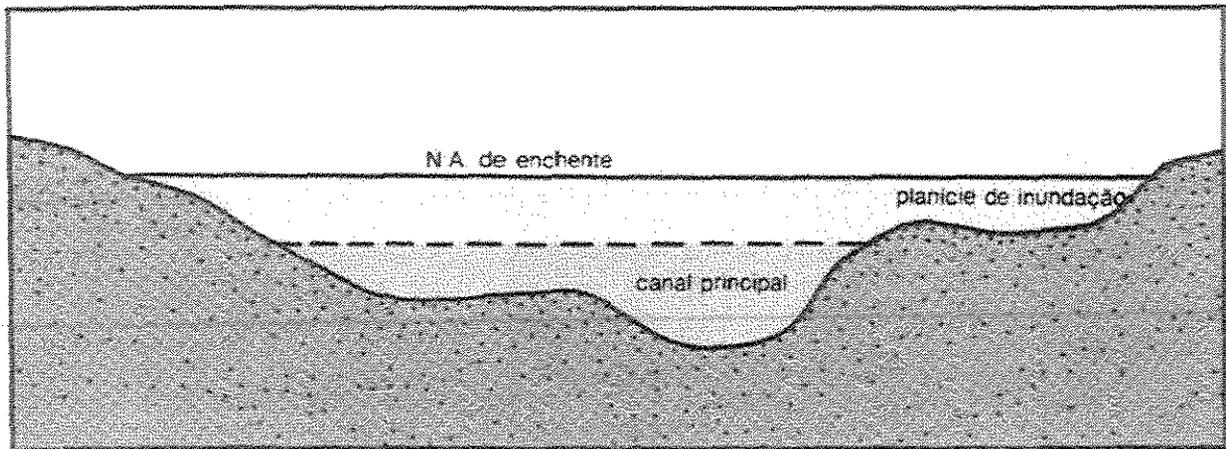


Figura 3.2 – Seção transversal típica de um curso d'água natural. Fonte: DAEE-SP (1989)

Em algumas cidades onde a frequência de inundações é alta, as áreas de risco são mais respeitadas e evitadas, porque são pertencentes ao poder público ou desprezadas economicamente pelo poder privado, porém são ocupadas, comumente, pelas populações de baixa renda. O administrador municipal depara-se, nesse caso, com a necessidade de transferir essa população para área segura, porém, outros se alojam no mesmo lugar, efeito perverso do planejamento, como resultado das dificuldades econômicas que atravessa nosso país e falta de oportunidade para os menos favorecidos.

As enchentes urbanas constituem-se um dos principais impactos negativos sobre a população urbana, tanto do ponto de vista da saúde pública quanto econômica. Pode-se afirmar que os prejuízos causados pelas enchentes são praticamente incalculáveis, levando-se em conta tanto as perdas diretas como indiretas. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural das várzeas ribeirinhas. O primeiro impacto é causado pelo aumento do volume escoado, devido à impermeabilização do solo e conseqüente diminuição da infiltração, fazendo que uma parcela maior de chuva se transfira os cursos d'água da bacia através do escoamento superficial. No segundo impacto, as enchentes naturais atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, por ocupação indevida ou por descreditar que o mal possa os atingir.

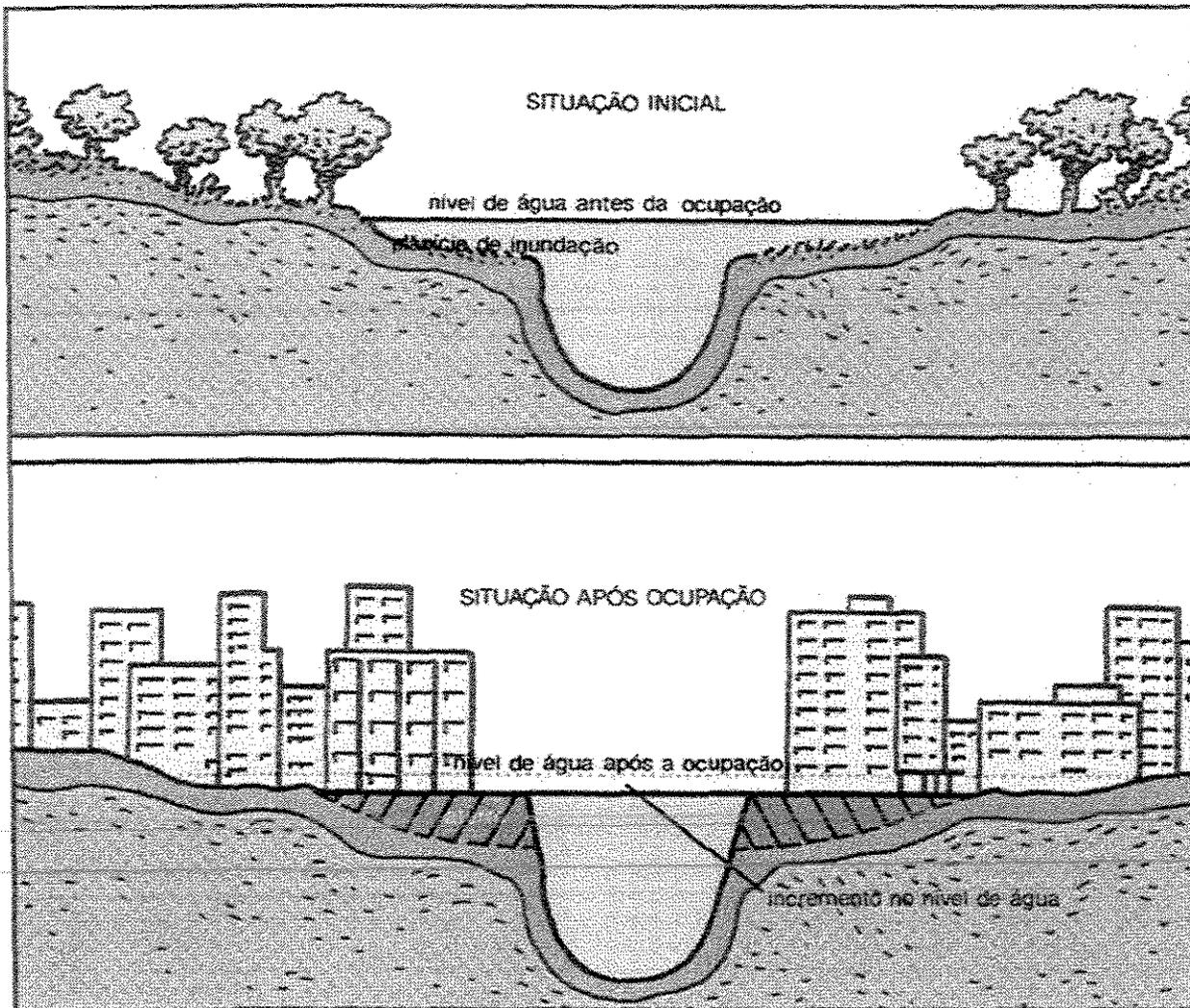


Figura 3.3 – Ocupação urbana da várzea, desrespeitando as várzeas, local natural de ocupação das águas durante as vazões extremas. Fonte: DAEE-SP (1989)

O zoneamento, como medida não estrutural, é baseado no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação da cheia de 100 anos ou maior registrada. Dentro dessa faixa são definidas áreas de acordo com o risco e com a capacidade hidráulica de interferir nas cotas de cheias a montante e a jusante. O zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor Urbano da cidade e regulamentado por legislação municipal específica ou pelo Código de Obras. Para as áreas já ocupadas, a transferência da população é mais difícil, pois encontra resistência por parte da população. Nesse caso, é melhor um programa de convivência com eventos mais frequentes através da implantação de um sistema de alerta que previne com

antecedência de curto prazo, reduzindo os prejuízos, pela remoção, dentro da antecipação permitida, segundo TUCCI (1993). O planejador e o poder público devem evitar que áreas de risco para várzeas sejam ocupadas no processo de crescimento das cidades por meio de um maior controle fiscalizatório e incentivar ocupação de áreas seguras.

No Brasil não existe programa sistemático para controle da ocupação das áreas de risco de inundação, somente ações isoladas de poucos profissionais. Segundo TUCCI (1993) isso se deve aos seguintes fatores:

- falta de conhecimento, por parte dos planejadores urbanos, sobre controle de enchentes;
- pouca informação técnica sobre o assunto nas escolas técnicas (graduação);
- desgaste político para o administrador público, resultante do controle não-estrutural (zoneamento), já que a população está sempre esperando uma obra hidráulica; e,
- a falta de educação da população sobre o controle de enchentes.

Segundo BRAGA (1997), os sistemas de drenagem urbana são elementos importantes no planejamento integrado de recursos hídricos urbanos e desenvolvimento de infra-estrutura apropriada. Porém, nos países em desenvolvimento, os projetos e gerenciamento têm falhado no estabelecimento de uma relação equilibrada entre outros sistemas como os da rede de esgoto, tratamento, abastecimento, etc. A falta em incorporar a drenagem urbana na fase inicial do desenvolvimento urbano resulta, em geral, em projetos muito dispendiosos culminando até na inviabilidade técnica e econômica em estágios mais avançados.

Os computadores com alto nível de processamento permitem a transferência do conhecimento de um país a outro, porém, as soluções dos problemas de gerenciamento integradas de recursos hídricos urbanos requerem uma quantidade razoável de dados tais como: precipitação, vazão, topografia, demografia, sócia econômica, etc. e o treinamento de pessoal local para que seja viabilizada a manutenção apropriada dos sistemas implantados, segundo BRAGA (1997).

3.3 Drenagem Urbana

Nenhuma medida, isoladamente, tem o efeito de controle desejado sobre as inundações que afetam as áreas urbanas. Há concordância sobre o fato de que as inundações sempre podem ocorrer, mas seus efeitos sobre as pessoas e bens têm que, necessariamente, ser controlados. Também é corrente o pensamento de que não se resolvem efeitos sem conhecer e abordar, fundamentalmente, as causas. A partir da identificação das causas e de seus efeitos passa a ser possível utilizar todo um ferramental técnico à disposição dos profissionais de vários setores, cujo objetivo comum é o de controlar as inundações.

O crescimento das cidades produz fatores associados ao uso do solo tais como:

- a impermeabilização crescente da bacia hidrográfica resultante da substituição de áreas verdes por asfalto, gerando um aumento no escoamento superficial em virtude da não infiltração d'água;
- a erosão do solo, modificando as condições naturais do escoamento superficial e gerando assoreamento nos cursos d'água;
- a ocupação das várzeas, de maneira inadequada, fazendo com que estas percam sua capacidade de atenuar os picos dos hidrogramas;
- alteração no microclima das cidades pela intensa urbanização, tendo como conseqüência o aumento da intensidade das precipitações;
- as construções de obras hidráulicas nos cursos d'água provocam alterações no regime do rio tanto para jusante (retificações, canalizações, etc.) como para montante (barragens).

Adotou-se uma diferenciação entre cheia e inundação, sendo a primeira referenciada como uma manifestação natural e a segunda entendida como o conflito entre as águas e a ocupação que o homem faz do solo. Na verdade, os termos costumam ser tratados como sinônimos pela maioria dos hidrólogos, mas, em alguns momentos parece ser mais adequado utilizar-se dessa diferenciação, na tentativa de olhar a questão ora do ponto de vista do fenômeno natural, ora da conseqüência trágica nas regiões que são atingidas pelas águas.

TUCCI (1993) recomenda o controle das enchentes urbanas como fazendo parte de um processo permanente a ser mantido pelas comunidades, elencando alguns princípios fundamentais para que isto ocorra. Dentre eles, o enfoque da bacia como um todo, um sistema, com conjunto de medidas, usando como meio de implantação o Plano Diretor Urbano, com as Legislações Municipais e Estaduais e o Manual de Drenagem (cujas normas devem ser atualizadas, contemplando a filosofia de controle da bacia e manutenção da cheia natural nos projetos de drenagem urbana), orientando os projetos desenvolvidos, envolvendo a administração da manutenção e do controle por parte dos municípios tanto em relação aos aspectos de loteamento quanto aos de drenagem.

Além disso, recomendam processos de educação de profissionais envolvidos com a urbanização, da população e dos poderes públicos. Mostram estudos de infiltração e armazenamento no solo e nos telhados, dispositivos hidráulicos e pavimentos permeáveis. Há ainda outras referências de estudos mais aprofundados sobre retenção em lotes urbanos em artigos apresentados por ocasião do XIII Simpósio Nacional de Recursos Hídricos em Belo Horizonte - MG 28/11 a 02/12/1999.

As cidades têm seus próprios meios de expansão e, nesses casos, o que se entende por planejamento não pode ser aplicado a modelos virtuais. É necessário que sejam utilizadas situações de fato – e isso implica, em alguns casos, aceitar voltar os olhos para uma cidade ilegal e clandestina, mas real – tarefa que os governos, em geral, insistem em ignorar e, os técnicos, passivamente, continuam a desenvolver seus modelos.

3.3.1 Plano Diretor de Drenagem Urbana

O uso e a ocupação desenfreados de solos urbanos e rurais vêm acarretando alterações significativas na gênese das vazões e conseqüentemente na frequência de

suas ocorrências. É necessária a imediata conscientização por parte dos órgãos públicos para a importância do estudo e implantação de Planos Diretores de Drenagem Urbana.

As inundações aumentam continuamente e principalmente na maioria das grandes cidades de nosso planeta. Como exemplo, pode-se citar os graves problemas ocorridos pelo excesso de chuvas, que ocasionaram o deslizamento e soterramento de inúmeras habitações nas encostas de morros no estado do Rio de Janeiro, vitimando cidades como Petrópolis, na região serrana, Duque de Caxias na baixada fluminense, além de Belford Roxo e Magé, com significativas perdas materiais e inconsoláveis dezenas de mortes. Na realidade, não é apenas no estado do Rio de Janeiro que assistimos esta situação, pois vemos que se estende genericamente por quase todo o território nacional. A cada ano elas surgem com ímpeto redobrado, acarretando a destruição de núcleos urbanos, perdas agrícolas, doenças e mortes.

A elaboração de projetos de drenagem urbana exige uma normalização e uma programação de obras, pondo a prova os critérios e os modelos de situações reais que constituem a drenagem urbana. As Diretrizes Básicas são dadas através da elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), que possibilitará o planejamento de obras, tipo de ocupação e utilização de áreas ainda não ocupadas, desocupação e/ou restrições de uso para outras. Sendo cada uma das propostas, elaborada pelo PDDU, implantadas de acordo com suas prioridades e disponibilidades financeiras.

É parte dos sistemas de Planejamento Urbano a Drenagem Urbana, que precisa ser precedido e incluir projeto conceitual específico. O Planejamento Diretor é composto por projeto preliminar, projeto final, contratação, construção, cadastro e implementação. A Figura 3.4 ilustra uma situação de convivência com as enchentes, onde as áreas freqüentemente alagáveis são utilizadas para atividades esportivas, recreação ou agropecuárias, que podem suportar períodos curtos de alagamentos, sem grandes prejuízos materiais. A Figura 3.4 atualmente não é politicamente correta, pois pela legislação ambiental atual as áreas de várzea que são alagadas devem ser protegidas por matas ciliares e não serem ocupadas.

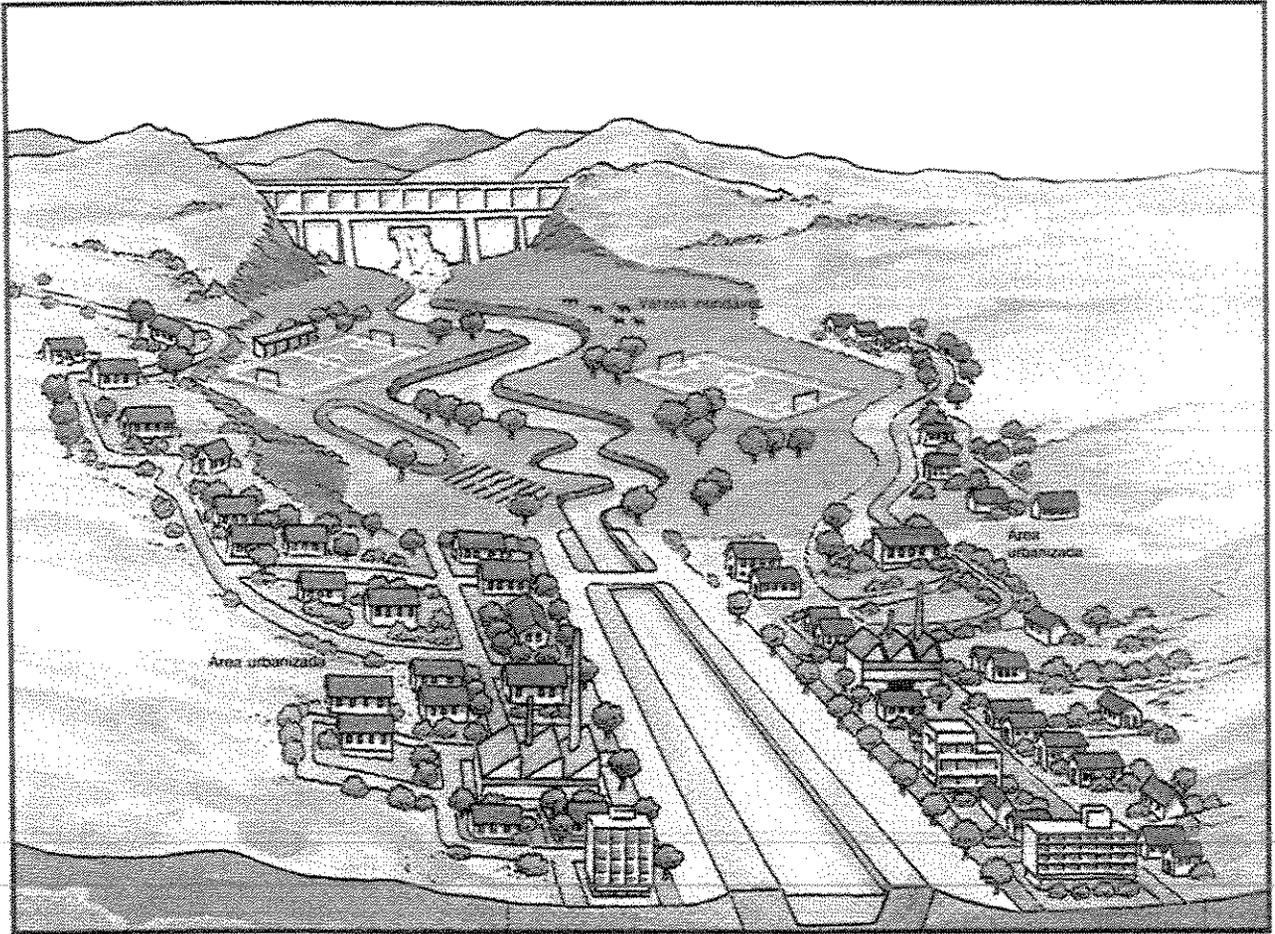


Figura 3.4 – Estudo de uso e ocupação de várzeas, solução de convivência com o fenômeno natural de enchentes. Fonte: DAEE-SP (1989).

3.3.2 Normalizações para o Plano Diretor de Drenagem

Na elaboração de projetos de drenagem urbana propõem-se normalizações definindo dois tipos básicos de Planejamento para o Plano Diretor de Drenagem, procurando assim encontrar as melhores soluções para os problemas envolvidos.

A primeira é o Plano Diretor Preventivo (PDP), usado como instrumento na preservação de problemas advindos do desenvolvimento urbano, como guia para estudo do desenvolvimento geral da bacia. Seu emprego é útil, sobretudo nas áreas

próximas à cidade que ainda não começaram a se desenvolver, ou onde os cursos de água foram deixados livres.

A segunda é o Plano Diretor Corretivo (PDC), usado quando a bacia estiver já inteiramente desenvolvida, ou em situações críticas, servindo dela para definir com precisão os melhoramentos necessários à correção de problemas existentes indesejáveis.

Em ambos os tipos de Diretrizes para o Planejamento, a análise custo - benefício tem papel importante de como avaliar o controle de enchentes. A diretriz do PDP poderá indicar várias soluções alternativas e a análise custo benefício, usado para obter a solução econômica ótima. Na diretriz para o PDC, em geral, já existe o problema e o custo da solução é comparado com o custo potencial dos danos produzidos por vazões extras dos leitos, para ser decidido ou fixado o limite de despesas que pode ser admitido no estudo da solução do problema.

Nesta análise custo benefício a drenagem não é rentável, a menos que se considerem outros prejuízos evitáveis, tais como saúde pública, perdas de vidas humanas que geralmente não são considerados em uma análise custo benefício por serem de difícil estimativa econômica. Por exemplo, "quanto custa uma vida?".

O conduto não poderia ser dimensionado para a máxima cheia, pois, segundo a observação "toda cheia que ocorre, por maior que seja, pode ser ultrapassada". Assim, o período de retorno a ser admitido no dimensionamento do conduto depende do nível de risco a ser admitido no projeto, consoante as peculiaridades da área a ser preservada. A drenagem urbana, assim como outros serviços e obras de responsabilidade dos governos municipais, devem ter o seu planejamento diretor elaborado prevendo o crescimento da urbanização a partir de características do desenvolvimento da região, sob o ponto de vista técnico, principalmente.

O desenvolvimento urbano das cidades brasileiras tem sido realizado sem considerar o impacto potencial das inundações. As conseqüências dessa omissão têm sido o aumento do prejuízo médio anual devido às enchentes urbanas.

Com o objetivo de reduzir esses impactos e permitir um melhor planejamento da ocupação do espaço urbano, em harmonia com os processos naturais do ciclo hidrológico, são apresentadas a seguir, as seguintes recomendações e ações:

- as cidades brasileiras devem priorizar a definição do Plano de Drenagem Urbana em consonância com o Planejamento Urbano. Esse Plano Diretor deve conter o controle de enchentes na várzea ribeirinha e o aumento da inundação devido à urbanização;
- priorizar as medidas não estruturais no controle da inundação das várzeas ribeirinhas. As principais medidas não estruturais recomendadas são: zoneamento de áreas de risco, previsão em tempo real e seguro contra enchentes.

O controle da enchente devido à urbanização deve basear-se em princípios básicos. O plano de uma cidade deve contemplar as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra deve-se prever uma medida mitigadora.

3.3.3 Controle de Uso do Solo

Nas Regiões Metropolitanas do Brasil as conseqüências da falta de planejamento e regulamentação adequada de uso e ocupação do solo se fazem sentir de maneira drástica, historicamente registrando-se, como solução, obras de grande porte, geralmente envolvendo a canalização de trechos críticos, transferindo a inundação para outros pontos a jusante na bacia.

O controle de uso e ocupação do solo é uma das medidas de controle de inundação que tem caráter preventivo, denominada não estrutural, deve ser feita com auxílio de legislação tendo repercussões não apenas no controle de enchentes, mas também no da poluição das águas e recarga dos lençóis subterrâneos.

Não existe nenhum programa sistemático em qualquer nível para o controle da ocupação das áreas de risco de inundação no Brasil. Há apenas poucas ações isoladas de alguns poucos profissionais. O atendimento à enchente somente é realizado depois de sua ocorrência.

Em relação à urbanização e uso do solo, é quanto ao aumento da produção de sedimentos provocados pelos loteamentos e obras de construção civil em geral e pavimentação. Isso causa o assoreamento dos canais de macro e micro drenagem, em função dos detritos lançados nos veios hídricos, do aumento da produção de esgotos que também, quando não coletados adequadamente – ou simplesmente, não coletados –, causam a poluição do ambiente aquático, bem como graves prejuízos à saúde pública.

É notável o distanciamento entre quem pensa a cidade nos executivos municipais e quem exerce o controle urbanístico. A aprovação de plantas e o poder de polícia sobre uso e ocupação do solo estão diluídos em uma estrutura fragmentada que favorece, numa ponta, a ação do planejamento alienado e, na outra, a ação dos “pragmáticos” fiscais, cuja prática é bastante mediada pela corrupção (Maricato, 1993).

A legislação detalhista e ‘rigorosa’ contribui para a prática de corrupção e constitui exemplo paradigmático da contradição entre a cidade do direito e a cidade do fato.

O Legislativo também tira partido dessa situação. Em vez de buscar adequar a legislação à realidade ou a realidade à lei, podemos afirmar que, mais como regra do que como exceção, parlamentares se aproveitam deste deslocamento entre norma e conduta na produção e uso do espaço para favorecer vastas camadas de população com anistias periódicas para os imóveis ilegais. O assentamento ilegal residencial constitui inesgotável fonte de clientelismo político que é historicamente praticado no Brasil pelo Legislativo e também pelo Executivo. Se a ambigüidade e a contradição marcam profundamente a ação do Executivo e do Legislativo, o que não dizer do judiciário? O que não dizer dos sistemas jurídicos encarregados de assegurar os direitos previstos na lei? (MARICATO, 1996, P.22-4).

3.4 Previsão de vazões de projeto para a macro drenagem

Para o planejamento de drenagem urbana, e principalmente para o planejamento da macro drenagem, é necessário o conhecimento da magnitude das vazões de projeto. Neste estágio de estudo preliminar, alguns métodos podem facilitar esta avaliação inicial. Estudos mais aprofundados devem ser realizados na fase mais avançados do Plano Diretor de Drenagem Urbana, quando no dimensionamento hidráulico das estruturas. Neste ínterim, este trabalho avaliará as vazões por método determinístico através das análises de hidrogramas (programa ABC4).

3.4.1 O programa ABC4

O programa ABC4 é um pacote de métodos determinístico para a determinação de vazões de projeto em bacias hidrográficas e foi desenvolvido por PORTO e ZAHED FILHO. Os métodos disponíveis no ABC4 são baseados na teoria do Hidrograma Unitário, sendo eles Método de Santa Bárbara (desenvolvido para bacias urbanas), Hidrograma Unitário Sintético de Clark e o Hidrograma Unitário Sintético do SCS.

Este programa foi utilizado no “Estudo Preliminar de Inundações na Bacia do Quilombo: Municípios de Americana, Nova Odessa, Sumaré e Hortolândia”, realizado pelo DAEE-SP, sob o número REL. SUP/GTTP nº 10-05/1999.

O modelo ABC4 – Análise de Bacias Complexas – aplica-se a problemas de Drenagem Urbana em especial aos que podem ser classificadas como sendo de “Macro Drenagem”.

Sua aplicação apresenta vantagens para aqueles casos em que o conhecido Método Racional apresenta maiores restrições, ou seja, em bacias com áreas de drenagem superiores a 100 ha. Não obstante, o modelo ABC 4 poderá ser aplicado a bacias com áreas inferiores à citada.

O modelo aplica-se também a grandes bacias urbanas (superiores a 50 Km²) uma vez que a diversidade de distribuição de chuva e ocupação de solo pode ser levada em conta através da segmentação em sub-bacias. Para bacias maiores a 50 Km² é possível sua subdivisão em sub-bacias menores e posterior cálculo de propagação de ondas de cheias em canais.

As principais funções do modelo são as seguintes:

- cálculo da chuva excedente: Esta função calcula a parcela da chuva que se transforma em escoamento superficial direto a partir das características do solo e da ocupação bacia. Para esta função podem ser aplicados três diferentes métodos: a curva de Horton, a fórmula de Soil Conservation Service e o Método de Índice Φ ;
- geração do hidrograma: Esta função que o hidrograma do escoamento superficial direto a partir da chuva excedente, da área da bacia e do tempo de concentração;
- composição de Hidrogramas: rotina em que hidrograma de sub bacias diferentes são somados;
- caminhamento de Ondas de Cheias em Canais: Onde os efeitos de translação e amortecimento são calculados pelo método de Muskingum;
- amortecimento de Ondas de Cheia em Reservatórios: que calcula o hidrograma defluente de um reservatório a partir de sua cota volume e características de estrutura de descarga.

3.4.1.1 - Método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara – SBUH

O método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara (SBUH) foi desenvolvido pelo engenheiro James M. Stubchaer do *Flood Control and Water Conservation District*, do município de Santa Bárbara, na Califórnia, EUA. Foi publicado no Simpósio Nacional

(EUA) de hidrologia urbana e controle de sedimentos, realizado em Lexington, Kentucky em julho de 1975.

O método do SBUH é semelhante, em muitos aspectos, a algumas curvas “Tempo-Área-Concentração”, utilizadas para a determinação do hidrograma. O método inicialmente calcula um hidrograma instantâneo para a bacia, para em seguida, calcular um amortecimento para esse mesmo hidrograma. O amortecimento é computado por meio da seguinte artimanha: o hidrograma instantâneo calculado aflue em um reservatório linear imaginário, de caminhamento constante, e cujo tempo de detenção seja igual ao tempo de concentração da bacia, desta forma, procedendo-se ao cômputo do amortecimento, determina-se o hidrograma final de saída, ou melhor, o hidrograma efluente amortecido. Por esse procedimento, a dificuldade e o tempo de requerido pelos métodos que utilizam as curvas “Tempo-Área-Concentração” são eliminados.

Os passos de aplicação do SBUH podem ser descritos como:

- Cálculo das alturas escoadas para cada período de tempo é dado pelas seguintes expressões:

Excesso de chuva para área impermeável:

$$R(0) = I * P(t) \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

Excesso de chuva para área permeável:

$$R(1) = (1 - I) * [P(t) - f(t)] \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

Excesso de chuva total:

$$R(t) = R(0) + R(1) \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

em que:

$P(t)$ = altura total de chuva precipitada no tempo t , em milímetros;

F = altura infiltrada no tempo t , em milímetros;

I = porção impermeável da área de drenagem;

T = intervalo de tempo considerado, em horas.

- O hidrograma instantâneo é calculado multiplicando-se a altura total escoada no intervalo de tempo t ($R(t)$) pela área da bacia A e dividindo-se pelo intervalo de tempo t , tem-se então:

$$QI(t) = \frac{R(t) * A}{t} \quad (4)$$

- O hidrograma final de escoamento $Q(t)$ é obtido fazendo a vazão $QI(t)$ o hidrograma de entrada de um reservatório imaginário, com um tempo de detenção igual tempo de concentração da bacia. Desta forma o hidrograma final é obtido pela seguinte expressão:

$$Q(t) = Q(t-1) + K * [QI(t-1) + QI(t) - 2 * Q(t-1)] \quad (5)$$

em que:

$$K = \frac{t}{(2 * t_c + t)} \quad (6)$$

QI = vazão de entrada do reservatório imaginário.

No método de Santa Bárbara a parcela impermeável da bacia de drenagem (I) é diretamente ligada à área impermeável da bacia. Toda a chuva que atinge a área impermeável é considerada como chuva excedente. A expressão que calcula a chuva excedente da parte impermeável pode ser modificada para levar em conta os efeitos de armazenamento em depressões ou perdas por evaporação, substituindo a equação inicial pela seguinte:

$$R(t) = I * [P(t) - D(t)] * EVP \quad (7)$$

em que:

$R(t)$ = Chuva excedente para a parcela impermeável da bacia, (mm);

I = Porção impermeável da área de drenagem;

$P(t)$ = Altura precipitada durante o tempo (t), (mm);

$D(t)$ = Armazenamento em depressões durante o tempo (t), (mm);

EVP = Parte do excesso de chuva que evapora, (mm).

As equações básicas do método SBUH são simples, o que pode ser considerado como uma vantagem do método. Há a necessidade de se calcular a precipitação excedente para cada intervalo de tempo, o que pode ser feito pelo método apresentado pelo Soil Conservation Service ou, pelo método de Horton, ou ainda pelo método do índice ϕ .

Uma outra vantagem apresentada pelo método SBUH é que ele não tem a tendência de superestimar o pico do hidrograma de escoamento, como é o caso do método triangular do Soil Conservation Service, que apresenta valores da ordem de 20% superiores que o apresentado pelo SBUH.

No modelo ABC4 os métodos do SCS e do índice ϕ foram incorporados porque, segundo os autores, esses dois métodos são extremamente difundidos e muitos técnicos e pesquisadores com maior familiaridade nesses procedimentos sentiriam-se mais confortáveis em sua aplicação. Porém, os autores recomendam a utilização do modelo de HORTON.

Horton propôs, baseado em inúmeros experimentos, que a capacidade de infiltração de um solo poderia ser representado por uma expressão de decaimento exponencial em função do tempo, dependente também do grau de umidade no solo representado pela filtração total (F) presente no solo. Desta forma, a expressão apresentada por Horton é a seguinte:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) * e^{-k*t} \quad (8)$$

em que:

f = é a capacidade de infiltração em mm/h;

f_c = é a capacidade mínima de infiltração em mm/h que ocorre quando o tempo t for superior a 3 horas, pois considera a condição de alagamento;

f_0 = é a capacidade inicial de infiltração do solo seco;

k = é o parâmetro de forma em (h^{-1}) e,

t = é o tempo de duração, em horas, da precipitação que provoca a infiltração.

A fórmula de Horton é, evidentemente, válida para a parte permeável da bacia. Há a necessidade ainda da consideração das parcelas impermeáveis das “diretamente conectadas” que podem ser definidas da seguinte maneira:

- a) as áreas impermeáveis, diretamente conectadas: são aquelas áreas que despejam as águas pluviais diretamente na rede de drenagem sem que sejam percebidas perdas adicionais por infiltração entre o ponto em que a precipitação atinge o solo e a entrada da rede de drenagem.
- b) Áreas impermeáveis, indiretamente conectadas: são aquelas áreas cujas águas são despejadas e, áreas permeáveis antes de atingir a rede de drenagem.

3.4.1.2 - Tempo de concentração

O tempo de concentração é o parâmetro que mede o espaço de tempo médio para que, a partir de uma precipitação uniforme que atinge a bacia, todas as partes, incluindo as mais distantes, contribuam, em escoamento superficial, para a vazão em uma determinada seção de controle. O tempo de concentração não é constante para uma dada área, pois ele depende do estado de recobrimento vegetal da bacia, da altura e distribuição da chuva, do volume de água precipitado, entre outros fatores tais como: área da bacia, comprimento e declividade do canal principal, da rugosidade do canal e das vertentes, forma da bacia, declividade média do terreno, conforme citado em HOLTZ e PINTO (1976).

Existem uma infinidade de fórmulas empíricas e ábacos que fornecem o valor do tempo de concentração em função de algumas das características físicas da bacia, sendo as mais comumente adotadas aquelas que relacionam a declividade do curso principal. Desta forma, pode-se destacar as seguintes:

a) fórmula de Picking

$$t_c = 5,3 * \left(\frac{L^2}{I} \right)^{1/3} \quad (\text{mm}) \quad (9)$$

b) fórmula de Ven Te Chow

$$t_c = 25,20 * \left(\frac{L}{I} \right), \quad (\text{mm}) \quad (10)$$

c) Fórmula do *Califórnia Culverts Practice, California Highways and Public Roads*.

$$t_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (\text{mm})$$

em que t_c é o tempo de concentração, em minutos; L , a distância horizontal do álveo, em quilômetros; I a declividade média da linha de fundo e H , a diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros.

Uma outra fórmula de cálculo do tempo de concentração que além da declividade e do comprimento do talvegue também considera a parcela coberta por vegetação da bacia é dada pela fórmula de George Ribeiro:

$$t_c = \frac{16 * L}{(1,05 - 0,02 * p) * (100 * S)^{0,04}} \quad (\text{mm}) \quad (11)$$

em que L é o comprimento do talvegue, em quilômetros; p é a razão entre a área coberta pela vegetação e a área total da bacia e S é a declividade média do talvegue, descontadas as quedas a prumo.

O tempo de concentração tende a diminuir com o aumento da ocupação da bacia, visto que se diminuem as perdas por infiltração uma vez que se aumentam as áreas impermeabilizadas, retificam-se os canais, alteram-se o revestimento dos leitos e das margens dos rios e constroem-se sarjetas, e galerias que conduzem um volume maior e em menor tempo para o sistema de macro drenagem.

3.4.1.3 - Relação entre chuvas de diferentes durações

Para bacias pequenas cujos tempos de concentração são menores que um dia há a necessidade de se conhecer as intensidades de chuvas para essas durações. As equações de chuvas ou curvas IDF são comumente empregadas em projetos de drenagem urbana. Essas equações e curvas IDF são obtidas por meio trabalhosas análises de pluviogramas e posterior tratamento estatístico.

A cidade de Campinas possui uma equação de chuva proposta por VIEIRA (1981), que contemplou a análise de 32 anos de dados pluviográficos. Porém, a aplicação dessa equação está limitada a durações inferiores a 2 horas e superiores a 5 minutos. A equação apresentada por VIEIRA (1981) representa a realidade passada da região de Campinas. Nesses últimos 20 anos a cidade e região sofreram grande desenvolvimento e a mancha urbana cresceu significativamente, o que pode ter alterado a frequência das precipitações convectivas, devido a diminuição do albedo (relação entre a energia refletida sobre a energia recebida).

$$i = \frac{2524.9 * T_R^{0.136}}{(t + 20)^{0.948 * T_R^{-0.007}}} \quad (\text{mm/h}) \quad (12)$$

Devido a importância que as chuvas de menor duração têm para projetos de drenagem, e a disponibilidade de informações pluviográficas são, em geral, muito

inferiores às informações pluviométricas, muitos estudos já foram realizados com o intuito de determinar as relações entre chuvas de diferentes durações a partir dos dados pluviométricos. Dentre esse número de trabalhos publicados pode-se destacar os trabalhos de HERSFIELD (1961), BELL (1969), UEHARA et al. (1980), CHEN (1983), CETESB (1986), HERNANDEZ (1991), GENOVEZ et al. (1994), etc. As inúmeras equações de chuvas são exemplos de sua importância e do interesse pelo seu conhecimento por engenheiros, tentando equacionar o fenômeno precipitação.

Como as precipitações podem ser geradas por diferentes fenômenos, além de sofrerem influências da topografia, clima e localização geográfica, as séries históricas são, geralmente, compostas de diferentes populações. Essa mistura de fenômenos é tanto mais pronunciada quanto maior for a duração da chuva (ZUFFO, 1993).

Para cada faixa de duração das precipitações existe um tipo de chuva predominante. As precipitações intensas de curta duração, em geral de até duas horas de duração, são mais homogêneas que as de durações maiores, pois, nessa faixa de até 2 horas, os fenômenos pluviosos mais expressivos são predominantemente de precipitações convectivas. Isso proporciona uma acentuação das inter-relações entre as precipitações de diferentes durações, nessa faixa de duração, possibilitando seu equacionamento, como salientado em GENOVEZ e ZUFFO (2000).

Para o equacionamento das chuvas há a necessidade de dados pluviográficos que tenham uma boa série histórica de boa extensão e qualidade. Porém, os dados pluviométricos são mais abundantes que os pluviográficos e isso tem contribuído para o surgimento de equações empíricas, que tentam relacionar as precipitações de 1 dia de duração com as de outras durações.

Um exemplo dessas relações encontra-se no estudo publicado pela CETESB em 1986. Esse estudo foi baseado na publicação do DNOS de 1957, intitulado chuvas intensas no Brasil em que foi aplicada a metodologia descrita pelo U. S. Weather Bureau, obtendo as relações apresentadas no Quadro 3.1 obtidas a partir de informações pluviométricas.

Relação entre alturas pluviométricas	VALORES			
	Obtidos do estudo do DNOS (médios)	Adotados pelo U. S. Weather Bureau	Adotados em Denver	Genovez et al. (1994)
(01) 05 min/30 min	0.34	0.37	0.42	
(02) 10 min/30 min	0.54	0.57	0.63	0.49
(03) 15 min/30 min	0.70	0.72	0.75	
(04) 20 min/30 min	0.81		0.84	
(05) 25 min/30 min	0.91		0.92	
(06) 30 min/01 hora	0.74	0.79		0.78
(07) 01 h/24 horas	0.42			0.50
(08) 06 h/24 horas	0.72			0.80
(09) 08 h/24 horas	0.78			
(10) 10 h/24 horas	0.82			
(11) 12 h/24 horas	0.85			0.89

OBS: (a) valor obtido nos EUA para T = 2 anos

Quadro 3.1 - Relação entre as alturas pluviométricas – valores médio obtidos do estudo de DNOS.

Observa-se que dados pluviométricos de 1 dia de duração são em geral inferiores aos dados pluviográficos de 24 horas, para aparelhos instalados na mesma estação meteorológica. SHERMAN (sdt) estudando registros de pluviômetros e pluviógrafos na cidade de Boston (USA), para o período de 1902 a 1926, observou que as precipitações adotadas como a de 1 dia não correspondiam a uma de 24 horas de duração. O mais importante, entretanto, é que as relações médias entre os registros pluviométricos e pluviográficos, que obteve para as durações pluviométricas, assumidas como sendo de 1 a 6 dias, não foram iguais às correspondentes pluviográficas. Em geral as durações reais das chuvas diárias atribuídas pelos pluviômetros eram, em média, de 25 a 45% inferiores às de registro.

Segundo ZUFFO (1993) a duração de uma precipitação e um fenômeno aleatório, pode suceder em qualquer intervalo de tempo e, portanto, a frequência e o número desses intervalos móveis podem ser investigados por meio de considerações probabilísticas. WEISS (1964), utilizando uma análise teórica probabilística, determinou as relações entre precipitações médias, obtidas de intervalos móveis e as precipitações médias obtidas de intervalos fixos observáveis. Obteve um fator de conversão de chuva diária para chuva de 24 horas igual a: $f = 1,143$

Um estudo realizado pelo Instituto Astronômico e Geofísico da USP procurou estabelecer uma relação entre a precipitação de 1 dia e 24 horas. Foram analisadas séries anuais que contemplaram o período de 1928 a 1965, obtidas dos dois postos pluviométricos e pluviográficos observados, simultaneamente em São Paulo. Observou-se que as alturas pluviométricas de 24 horas e 1 dia guardam uma relação média de 14%, independente do período de retorno e praticamente coincidente com o valor adotado pelo U. S. Weather Bureau que corresponde a 1,13 (CETESB, 1986). Ambos os trabalhos obtiveram as relações empiricamente e chegaram, praticamente, ao mesmo valor do trabalho de WEISS (1964).

3.4.1.4 - Abatimento ponto-área

Existem várias propostas para a determinação de um coeficiente de abatimento ponto-área, mas esses coeficientes só permitem uma aproximação, visto que a distribuição espacial da chuva é particular para cada precipitação, ou melhor, existem muitas variações das relações altura precipitada-área pois elas representam altura-área-duração características dos diferentes tipos de chuvas.

Um método bastante utilizado, e também presente no "Manual para estimativa de precipitação máxima provável", uma publicação da WMO no. 332 sugere a adoção das curvas de redução de área. O procedimento descrito foi desenvolvido para dados de chuvas pontuais e são baseada sobre os valores médios obtidos das análises altura-área-duração dos tipos mais gerais de tormentas nos EUA. A Figura 3.5 ilustra as curvas de redução de área, para superfícies superiores a 25 Km². Para áreas inferiores a 25 Km² não é considerado qualquer abatimento.

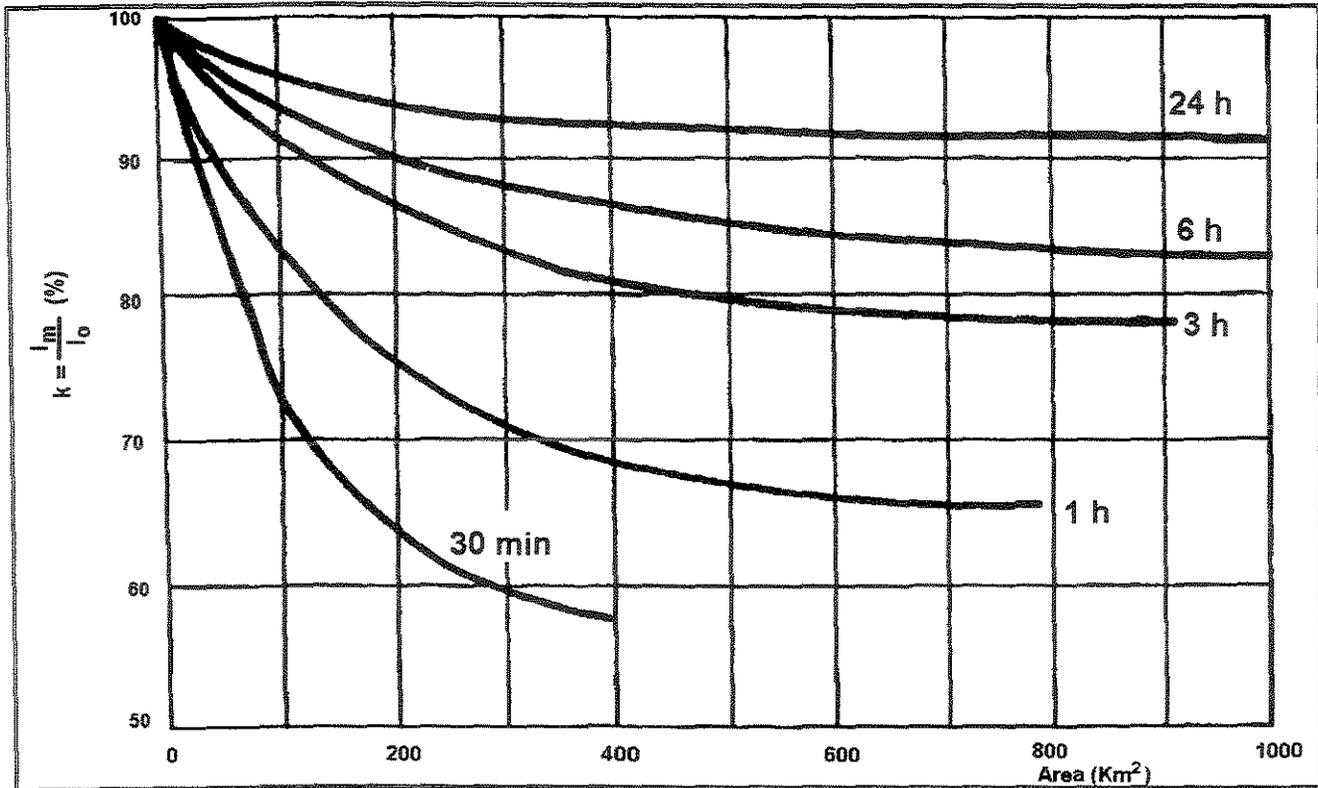


Figura 3.5 - Relação do coeficiente de distribuição espacial da chuva $k=I_m/I_o$ com a duração da chuva e a área da bacia A, para várias durações de chuva (U.S. Weather Service)

3.5 Controle de Inundações

Na procura de respostas aos graves problemas das inundações, o conceito atual, leva-nos a duas linhas de ação, como medidas mitigadoras para o controle dos efeitos das enchentes, são elas:

- Soluções Tipo Estruturais,
- Soluções Tipo não Estruturais.

Medidas estruturais e não estruturais aplicadas em conjunto para o controle de inundações propicia para população afetada pelas enchentes um convívio aceitável e ao mesmo tempo coerente.

As medidas estruturais são as que mais apresentam complexidades nas suas execuções, pois demandam um custo de implantação muito mais elevado, modificam o sistema fluvial existente, mas reduzem os prejuízos decorrentes das enchentes. Em contra partida as populações que convivem com o problema das cheias, podem ter seus problemas reduzidos com a implementação de medidas não estruturais, fomentando uma melhor convivência entre o problema e a parte afetada, tendo assim, minimizados os prejuízos causados pelas enchentes.

3.5.1 Soluções Estruturais

Medidas estruturais são as que se caracterizam pela construção de obras hidráulicas destinadas a reduzir os impactos das inundações. Normalmente, apresentam grande área de influência e envolvem freqüentemente a aplicação maciça de capitais.

Soluções estruturais são as obras de engenharia executadas para reduzir o risco de enchentes, podendo ser: extensivas ou intensivas.

- As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia, obras que propiciam o aumento da infiltração da bacia, etc. A Figura 3.6 ilustra um exemplo de solução extensiva que propicia o aumento da perda de água através de favorecimento da infiltração ao longo de galerias de águas pluviais.
- As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e podem acelerar, retardar ou desviar o escoamento, tais como retificação de rios, segundo TUCCI (1993).

As obras de ampliação da calha e canalização de cursos d'água, retificação, diques de proteção, reservatórios, normalmente adotados em trechos de adensamento urbano ou com alto grau de utilização econômica são exemplos de medidas estruturais, de característica corretiva, adotadas para a solução de problemas já existentes e visam

que as atividades estabelecidas não sejam comprometidas, sendo, portanto, inevitáveis para a solução de problemas em certas áreas.

TUCCI (1993) apresenta as principais vantagens e desvantagens na implementação de Medidas Estruturais no combate às inundações, como mostra a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Medidas estruturais em drenagem urbana (SIMONS et al. 1997, apud TUCCI (1993))

Medida	Principal Vantagem	Principal Desvantagem	Aplicação
Medidas Extensivas			
Cobertura Vegetal	Redução do pico de cheia	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias
Controle de perda do solo	Reduz assoreamento	Idem ao anterior	Pequenas bacias
Medidas Intensivas			
Diques e polders	Alto grau de proteção de uma área	Danos significativos caso falhe	Grandes rios
Melhoria do canal			
Redução da rugosidade por desobstrução	Aumento da vazão com pouco investimento	Efeito localizado	Pequenos rios
Corte de meandro	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio com fundo aluvionar	Área de inundação estreita
Reservatórios			
Todos os reservatórios	Controle a jusante	Localização difícil	Bacias intermediárias
Reservatório de comportas	Mais eficiente com o mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de usos múltiplos
Reservatórios para cheias	Operação com o mínimo de perdas	O custo não partilhado	Restrito ao controle de enchentes
Mudanças de canal			
Caminho da cheia	Amortecimento de volume	Depende da topografia	Grandes bacias
Desvios	Reduz vazão do canal principal	Idem ao anterior	Bacias médias e grandes

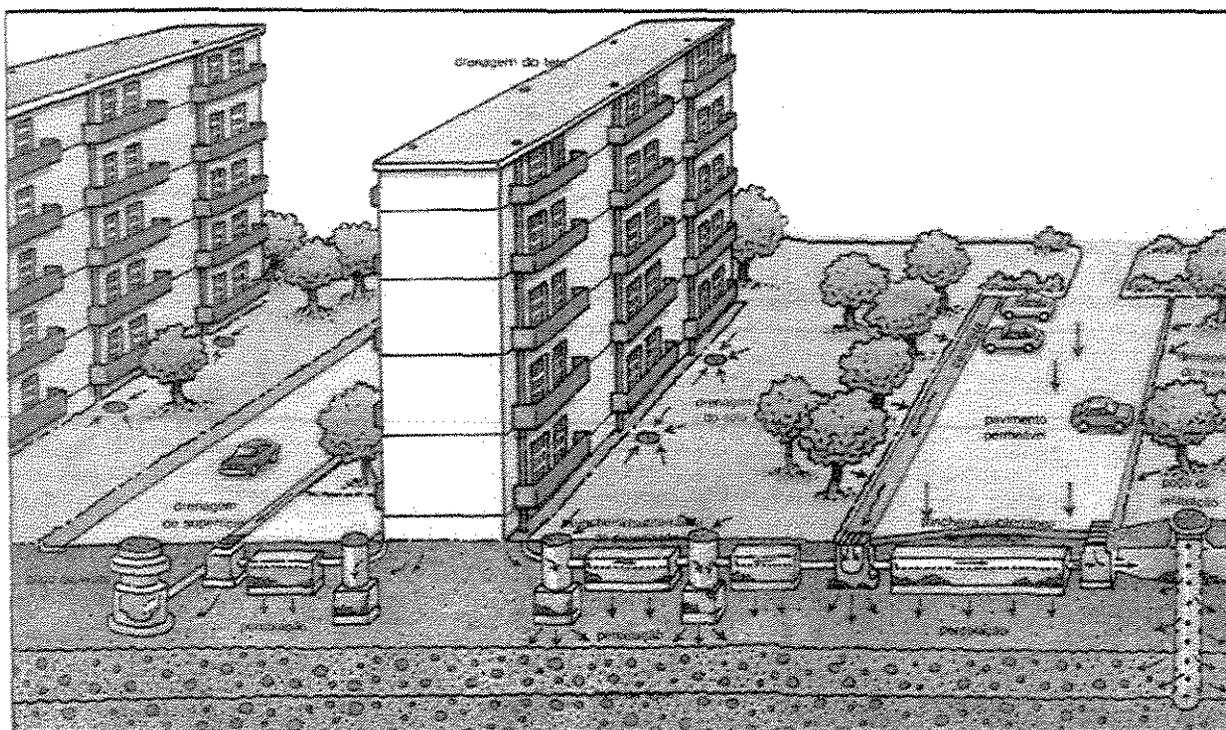


Figura 3.6 – Medidas estruturais extensivas que propiciam a infiltração. Fonte: DAEE-SP (1989).

3.5.2 Soluções Não Estruturais

De natureza institucional, as medidas não estruturais, são aquelas que, administrativa ou financeira, que objetivam atenuar os efeitos das enchentes, adaptando as populações das regiões sujeitas as cheias para conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno.

Segundo TUCCI (1993), as medidas não estruturais como também as estruturais não são projetadas para dar uma proteção completa. Isto exigiria a proteção contra a maior enchente possível. Esta proteção é física e economicamente inviável na maioria das situações.

A medida estrutural pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem resultar em

danos significativos. As medidas não estruturais, em conjunto com as anteriores ou sem essas podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor.

O custo da proteção, arcado direta ou indiretamente por toda a sociedade, das áreas inundáveis por meio de medidas estruturais, em geral, é superior ao de medidas não estruturais. As medidas não estruturais para controle de inundação podem ser agrupadas em:

- regulamentação do uso da terra ou zoneamento de áreas inundáveis;
- construções à prova de enchente, estas arcadas pelo proprietário do imóvel;
- seguro.

As medidas não estruturais partem do princípio da convivência com as cheias urbanas por parte da população e da utilização que se faz das áreas afetadas. Têm por objetivo o controle dos riscos, que minimizarão de perdas provocadas pela invasão de águas em áreas urbanas estabelecidas em locais que, a princípio, deveriam ser destinados à preservação, as várzeas. Nesse sentido, o disciplinamento do uso e ocupação do solo é uma medida de caráter preventivo, aplicável em áreas em processo de urbanização ou de reurbanização e tem importância fundamental para que um fenômeno natural não se transforme em tragédia. Um exemplo desta medida seria a demora em aprovação de loteamentos cujos lotes forem pequenos e agilizar a aprovação de loteamentos com lotes maiores.

No entanto, para áreas já densamente povoadas, as medidas não estruturais passam a ter um caráter mais voltado ao aspecto emergencial como, por exemplo, construções à prova de inundações, ou de ordem institucional ou administrativa, como previsão e alerta à população, com características financeiras, como seguros, ou mesmo cultural, como a educação da comunidade local para a convivência com as enchentes.

Tais medidas dependem menos de recursos e mais de empenho e credibilidade em seus resultados, seja por parte dos governos, dos técnicos, de setores organizados da sociedade e da população, principalmente a que habita as várzeas.

Como se sabe, a adoção das medidas estruturais, é parte integrante do processo de controle de inundações e se aplica em casos em que o solo já se encontra ocupado e passe a gerar problemas de drenagem em larga escala.

Por outro lado, a adoção de medidas não estruturais propicia prevenir e alertar a população em eventos de inundação, sem depender de obras de grande vulto.

Também se sabe que, embora nem sempre ocorra assim, essas medidas devem ser adotadas em conjunto e de maneira integrada.

4 Geotecnologia - Revisão Bibliográfica Específica

Através dos estudos específicos abordados na revisão bibliográfica tem-se uma visão abrangente sobre a importância da computação, principalmente sobre Geotecnologia através de Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto - PDISR e de Sistemas de Informação Geográfica - SIG como ferramentas de apoio para as Administrações Públicas Municipais.

4.1 Sistemas de Imagens para exploração de informações

A década dos anos 90 viu uma revolução em novas tecnologias de sensores, computadores e *software* de processamento de imagem, em que esta tecnologia foi aceita amplamente para geologia e investigações de recursos minerais. Hoje imagem digital é habitualmente usada na geociência como a fotografia aérea era usada há duas décadas. Os principais sistemas de satélite utilizados atualmente são: *Landsat Thematic Mapper (TM)*, *Multispectral Scanner (MSS)*, além dos satélites *SPOT* franceses e *FUYO 1* japonês. Os principais sistemas de aeronave em uso com sensores são fabricados por *Goephysical e Research Cooperation*, *Geoscan*, e o *Daedalus Airbone Mapper Temático*. Nas próximas décadas poderemos adquirir dados globais de alta resolução de espectro que serão fornecidas rapidamente a geólogos em discos óptico estável que poderão ser processados em baixo custo, com alta-eficiência em computadores portáteis.

4.1.1 Técnicas de Processamento de Imagens e Dados

De acordo com SABINS (1997), *Remote Sensing: Principles and Interpretation*, a literatura de Sensoriamento Remoto é composta pôr artigos sobre sensores, técnicas de processamento de imagens e dados que são úteis em exploração, mas é pequeno o guia que coloca junto um programa de exploração integrada. Cientistas de Sensoriamento Remoto ainda propõem sensores hiperespectrais aéreos como o *AVIRIS*. Existe uma abordagem para exploração de sensoriamento remoto que não é dirigida por tecnologia, mas por atributos de modelos de depósitos.

A - Modelos de Depósitos de Minerais e corpos d'água

Um modelo de depósito de Minerais e corpos d'água é uma hipótese de trabalho abstrato que procura descrever os atributos que certos tipos de depósitos dos mesmos e compartilham em comum e que esclarecem processos pelos quais os mesmos são formados. Modelos destes depósitos fornecem uma base conceitual para virtualmente todos os programas de avaliação de recursos e exploração mineral moderna. Enquanto ajudam a guiar cada aspecto de um programa de exploração, um modelo pode ao mesmo tempo evoluir da sua forma original quando novas informações são assimiladas.

B - Restrições Ambientais

Parâmetros ambientais determinam se os fenômenos da superfície associados a depósitos minerais podem ser detectados pôr sensoriamento remoto. Os mais importantes destes parâmetros são: Clima, cobertura de solo e vegetação, que combinados determinam a quantidade e a qualidade da área exposta.

C - Seleção de Dados

Uma vez o fenômeno detectado de um tipo de depósito em particular foi determinado através de análises cuidadosas de interações entre depósitos geológicos e

ambientes físicos, o analista de imagem deve escolher o tipo de dados que é apropriado para detectar aqueles fenômenos. Esta decisão é limitada pela disponibilidade, resolução espacial, resolução espectral, escala e custo dos dados. A primeira consideração é a escala.

D - Integração e Modelamento

A exploração mineral moderna requer uma abordagem integrada. Análise e interpretação de imagens digitais podem ser uma regra importante nas descobertas, mas raramente o sensoriamento remoto é creditado como o significado primário de identificação de novos depósitos. Para qualquer grau de incremento, a informação dos estudos de sensoriamento remota é analisada junto com a informação de análises separadas do campo geoquímico, geofísico, metalogenico e outros tipos de dados em várias combinações em uma maneira para identificar alvos para uma avaliação intensiva.

E - Técnica de aumento de Balanço de Contraste e sua aplicação na Composição de Imagens Coloridas

A influência das cores é a causa principal de cores pobres (distorcidas) em imagens compostas. Para eliminar isto, as três bandas usadas para composição de cores têm que ter um alcance de valor igual e menor. A Técnica de aumento de balanço de contraste (BCET) é uma solução simples para este problema. Usando uma função parabólica ou cúbica definida por três coeficientes, BCET pode esticar (ou comprimir) imagens, exatamente para um alcance de valor dado por um usuário, sem mudar as formas básicas dos histogramas de imagem.

O programa FORTRAN do BCET que usa parabólico e cúbico foram desenvolvidas funções matemáticas. Como influência de cores são completamente evitadas, e o alcance de valor cheio do sistema de exibição é corretamente usado, cores de alta qualidade compõem tão bem quanto imagens de bandas simples branco e preto que são produzidas por BCET.

4.1.2 Manual de Sensoriamento Remoto

Segundo CROSTA (1993), Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto o uso de imagem digital de sensores aéreos e orbitais como ferramenta de exploração mineral originou na segunda década dando início a uma nova tecnologia de sensores e avanços com computadores.

Foram alcançados grandes conquistas na geração de sensores orbitais, com *Scanner Multiespectral*, com os satélites Landsats 1, 2 e 3 em litologia e alteração de mapeamentos, aplicações geobotánicas e análise de estrutura regional. Nas bandas largas espectrais deu possibilidade de uma análise mais restrita das interpretações geológicas e aplicações de exploração.

4.1.3 A informação contida numa imagem digital

A principal utilização do sensoriamento remoto está voltada à exploração de recursos naturais. As informações extraídas dos sistemas de sensoriamento remoto são úteis para facilitar o encontro, mapeamento e avaliação de depósitos minerais, entre outras informações de interesse.

O processamento, a análise e a interpretação das imagens são os passos desse processo.

Os instrumentos de sensoriamento remoto medem a radiação espectral dos fluxos de photons, dentro de um discreto intervalo de ondas, que são refletidas, espalhadas e emitidas de uma área da superfície da terra e intervindo na atmosfera dentro de um discreto ângulo sólido e detectado dentro de um determinado intervalo de tempo.

4.1.4 Análise e interpretação de imagens

Análise de imagem envolve o reconhecimento de padrões espectrais e espaciais na imagem que através do uso de modelos, pode ser usada para separar componentes de uma imagem de acordo com os atributos topográficos e de superfície.

O reconhecimento de características da paisagem em uma imagem envolve passos sucessivos de abstração de dados os quais as similaridades são selecionadas e as dissimilaridades são ignoradas. Através da análise e interpretação da imagem é possível reconhecer: Atributos de paisagens e depósitos minerais, Mapeamento Litológico, Mapeamento estrutural, Sensoriamento remoto – Geobotânico.

4.1.5 Composição Colorida para Imagem

Uma imagem de matriz derivada de três imagens multi-espectrais por RGB - HSI (com intensidade matriz de saturação vermelho, verde e azul) são transformadas por sombras livres, porque os valores dos *pixels* em uma imagem de matiz são independentemente da iluminação, e são relacionadas somente às formas das assinaturas espectrais das três faixas.

Três imagens de matriz derivaram de três faixas de uma multi-imagem espectral, quando exibida com uma combinação de cores, formando um forte colorido, de composições de imagem em sombra livre em vermelho, verde e azul de matriz (HRGB) – composição de imagem colorida.

Os coloridos nestas imagens são determinados pelas formas das assinaturas de espectro de todas as faixas usadas, em que as informações de espectro de até nove bandas podem ser codificadas em faixas de imagens coloridas.

Os mapas geológicos conferem uma comparação que mostram uma interpretação geológica de uma imagem de HRGB derivada de uma imagem do *Landsat Mapper Temático* (TM), mostrando principalmente a distribuição de conglomerados de pedra, e zonas de alteração *hydrothermal* associada com uns depósitos de minerais.

Uma imagem de composição colorida, na qual bandas espectrais separadas são mostradas nos canais azul, verde e vermelho, é a forma mais comum de apresentação de dados.

No entanto, o procedimento é simples, considerando o cuidado que se deve tomar na escolha de bandas e suas mostras coloridas, de modo que o fenômeno de interesse seja bem realçado e mostrado nas cores que são intuitivamente razoáveis ao pesquisador.

Interpretação de imagem HRGB para litologia em distrito de Rodalquilar

Descrição geológica	Cores das imagens
Rochas Vulcânicas	
Andesite de Lava e aglomerado	Vermelha
Aglomerado de Andesite Breccia	Vermelha e mistura de amarelo
Andesite e aglomerado de dacite	Branco, cyan e mistura rosa
Dacite	Cyan
Dacite alterado	Cyan com manchas de verde
Tuff	Verde com manchas de amarelo
Pedra de carbono Miocene	
Limestone, dolomita e marl	Verde
Depósitos quaternários	
Escombros escuros de andesite (aluvial e sedimentar)	Rosa
Depósitos de areia vulcânica (terraços aluviais)	Misturas de Cyan escuro azul
Escombros de pedra de carbonato (lavagem de rampa) ou leito de rio seco	Escuro azul
Carbonato ou depósitos ricos em barro (lagos, depósitos de gesso, etc)	Preto
Cobertura de terra avermelhada	Cyan-branco
Outros	
Vegetação	Laranja
Áreas cultivadas	Misturas multicoloridas

4.2 Pacote de ferramentas para Processamento de Imagem

De acordo com CROSTA (1993), observa-se que há abordagens para processamento de imagem.

Uma delas é “um milhão de macacos”, na qual, através de tentativa e erro, um processador de imagem tenta conceber cada combinação e permutação de bandas, razão, componente principal. A Segunda abordagem é o “oráculo”, método no qual as imagens são descobertas através da magia da tecnologia de computação. Nenhuma destas abordagens produz imagens que tenham informações úteis para projetos de interesse. Uma abordagem temática mais racional, favorecida aqui, adapta o processamento de imagem para especificar atributos de paisagens de interesse para a área de interesse em um formato de interpretação mais intuitiva.

Esta abordagem pode resultar em uma ou mais imagens que ilustra aspectos específicos de geologia de uma cena, por exemplo, litologia, alteração, estrutura, a qual vai ao encontro às necessidades da área de interesse.

Existem várias técnicas de processamento de imagem disponível para o analista de imagem. A maioria é altamente especializada e raramente aplicada. Um kit básico para um processamento de imagem de rotina para exploração mineral é bem pequeno. Esse pacote inclui: imagens de composição colorida, usualmente com algum tipo de contraste de superfície, razão de banda, componente principal e transformações de intensidade-coloração-saturação, e vários classificadores de espectral e espacial. Algumas aplicações podem também requerer calibração de dados para unidades físicas de radiação, reflexão e emissividade.

4.3 Pré-processamento

Pré-processamento de imagem incluem algoritmos de várias correções de radiometria e eliminação de barulho que podem ser necessários antes que os dados possam ser processados e interpretados. Ele também inclui registro de imagem ou geocodificação e calibração de dados.

4.3.1 Geocodificação

Ela é essencial se a imagem a ser misturada ou integrada com outras formas de imagens ou com outros tipos de dado sem um sistema de informação geográfica. Cuidados devem ser tomados para garantir que amostragens não alterem significativamente o conteúdo espacial e espectral da imagem.

4.3.2 Calibração

Medições de radiação obtidas pela maioria dos sensores de avião e de satélite incluem contribuições do espectro de irradiação solar, atenuação e dispersão atmosférica e efeitos de visão geométrica em adição para reflexão de superfície.

A escolha de qual técnica de calibração de dados hiperespectral é a mais aplicável depende do sensor, da qualidade dos dados e da condição da superfície na imagem da área.

4.4 Imagens de Composição Colorida

Uma imagem de composição colorida, na qual bandas espectrais separadas são mostradas nos canais azul, verde e vermelho, é a forma mais comum de apresentação de dados. No entanto o procedimento é simples, considerando o cuidado que deve ser tomado na escolha de bandas e suas mostras coloridas, de modo que o fenômeno de interesse seja bem realçado e mostrado nas cores que são intuitivamente razoáveis ao pesquisador.

4.4.1 Razão de banda

A ação simples de dividir valores numéricos em uma banda por uma outra que cada pixel produz imagens de razão é a técnica mais usada para discriminação de litologia e outras superfícies cobertas em uma cena. A maioria da variação do fluxo espectral de radiação medido por um sensor depende da irradiação solar e dos efeitos da superfície.

Análise de componente principal (PCA) é poderoso para suprimir os efeitos de irradiação que dominam todas as bandas que são de interesse geológico para as características de reflexão espectral dos materiais de superfície que podem ser examinados. PCA é também útil em reduzir a dimensionalidade de dados multiespectral e o alto grau de correlação de banda a banda que é inerente em tais conjuntos de dados. Isto é uma aplicação útil de componente principal em situações em que os conteúdos espectrais de imagens são altamente correlacionados entre as bandas.

A técnica é rotinamente usada para realçar imagem termal multiespectral para suprimir efeitos de temperatura de superfície. Uma técnica fácil e útil para realçar espectralmente tipos cobertos de superfície única dentro de uma imagem foi desenvolvida por Crósta para distinguir solo rico em óxido de ferro derivado de pedras mafic e ultramafic.

De acordo CRÓSTA (1993), observa-se que reduzindo o número de entradas de bandas de imagem para Análise de Componente Principal (PCA) garante que certos materiais não serão mapeados e aumenta a probabilidade que outros serão inequivocamente mapeado somente dentro de uma das imagens de componente principal.

Em terreno árido, PCA de 4 bandas TM eliminarão óxido de ferro e mais confiavelmente detecta minerais *hydroxyl-bearing* se somente uma banda de entrada é de um espectro visível. PCA para mapeamento de óxido de ferro eliminará hidróxidos se somente uma das bandas SWIR for usada. Uma imagem composta colorida de componente principal simples pode então ser criada, nas quais concentrações anômalas de hidróxidos, hidróxidos com óxido de ferro, e óxido de ferro são mostrados claramente num espaço de cor Vermelha-Verde-Azul (RGB). Esta composição permite inferências qualitativas no tipo e na intensidade de alteração a ser feita, na qual pode ser largamente aplicada.

Esta técnica requer somente um entendimento rudimentar das propriedades espectrais de minerais e vegetações e ela se baseia na habilidade de transformar o componente principal e mapear as variações de dados nos componentes sucessivos.

Nenhum conhecimento detalhado de propriedades espectrais de alvos específicos é requerido. A metodologia foi informalmente nomeada de "TÉCNICA CROSTA". Esta metodologia foi experimentada e testada em imagens TM e ATM de várias partes de Nevada e Oregon.

4.4.2 Desenvolvendo de estratégia para Sensoriamento Remoto

De acordo CROSTA (1 993), observa-se a seguinte metodologia:

4.4.2.1 Pós Classificação Suavizada

Dados classificados freqüentemente têm uma aparência como “sal e pimenta” que é inerente à variabilidade espectral. É desejável suavizar o resultado obtido para mostrar somente a classificação dominante. A classificação suavizada envolve a aplicação de um “*majority filter*”. Estes filtros podem também incorporar alguma forma de classe e função espacial, os dados podem ser suavizados mais de uma vez.

Um modo de obter classificações suavizadas é integrar os tipos de operações lógicas durante o processo de classificação, isto envolve o uso de técnicas de reconhecimento padrão espacial.

4.4.2.2 Avaliação da exatidão da Classificação

Esta área tem recebido muita atenção dos especialistas, e o importante é “uma classificação não está completa até que sua veracidade seja avaliada”.

- Classificação por matriz de erro - Chamada também por matriz confusa ou tabela de contingência. Esta classificação compara uma categoria com outra categoria, os relacionamentos entre dados referenciados conhecidos e os resultados correspondentes de uma classificação automatizada. Tais matrizes têm o número de linhas e colunas iguais ao número de categoria, cuja veracidade da classificação está sendo avaliada.

- Considerações de amostras - Áreas de teste são áreas de representatividade, cobertura de terra uniforme é diferente e é considerável mais extensiva do que as áreas de treinamento. Elas são localizadas durante o estágio de treinamento de classificação supervisionada e intencionalmente designada como candidata como uma área de treinamento do que realmente necessária para desenvolver as estatísticas. As exatidões obtidas nestas áreas representam a primeira aproximação da classificação executada através de cenas. Estas áreas sendo homogêneas podem fornecer uma indicação válida de exatidão de classificação em nível de um pixel individual da variabilidade coberta da terra.

- Avaliação da Classificação de Matrizes de Erro - Uma vez que os dados exatos são coletados e sumarizados em uma matriz de erro, eles são informações para uma interpretação detalhada e futura análise estatística.

Há outras possibilidades de classificação da avaliação da exatidão que podem ser citadas:

- A Qualidade de alguma estimativa da exatidão somente é tão boa quanto a informação usada para estabelecer como "verdade" os tipos de solo exposto apresentados nas áreas de teste.

- O procedimento de avaliação de exatidão precisa ser planejada para refletir a intenção do uso da classificação.

Deve ser observado que os dados sensoriados remotamente são normalmente um subconjunto pequeno de muitas formas possíveis de dados residentes em um SIG.

4.5 Sistemas de Satélites

Landsat foi lançado primeiro em julho 1972 com um *Scanner Multispectral* (MSS). Até mesmo hoje, muitas áreas do mundo só são cobertas através de dados de MSS, algumas adquiridas em 1972, segundo CÂMARA (1996).

Alguns pesquisadores preferem dados de MSS ao TM, como um primeiro passo para análises de áreas grandes porque sua cobertura de synoptic, (185 km através de 185 km), a resolução de espaço moderada, (80 metros com grande campo instantâneo de visão) não consome recursos do computador, e a resolução de espaço é moderada, os padrões topográficos evidente outro mais alto de espaço e dados de resolução de spectral.

Alguns geólogos acreditam que são posicionadas melhores faixas de MSS para descoberta de óxido férrica que TM ou SPOT.

4.5.1 Landsats 4,5 e 6

O Landsat 4 foi lançado em julho de 1982 e o Landsat 5 em março de 1984. Em adição ao MSS, ele levou um novo instrumento chamado de *Thematic Mapper* (TM). O TM mede a energia solar refletida em 4 bandas na *infrared* perto e visível, 2 bandas em *infrared short-wave* (SWIR), e 1 banda na *infrared thermal*.

A maioria dos exploradores usam somente 6 bandas VNIR/SWIR quando analisam dados TM. TM mede radiação de áreas de 30 metros, e quase 9 vezes de melhoria em resolução espacial sobre a MSS.

Uma cena TM cobre a mesma quantidade de área como uma cena MSS, mas cada cena TN contém aproximadamente 275 megabytes de dados, sendo necessário empacotar e vender dados TM em cenas de ¼. Ao lado do incremento da resolução espacial, TM adiciona bandas 5 e 7.

4.5.2 SPOT 1,2 e 3

SPOT 1 foi lançado pela Agência Espacial Nacional Francesa em fevereiro de 1986 e foi seguida pelo SPOT 2 e 3. Todos os 3 satélites tem a mesma configuração de sensor e características de dados. SPOT adquire imagem multiespectral em 3 bandas VNIR e 20 metros de resolução espacial e dados pancromáticos a 10 metros de resolução espacial sobre uma banda de 60 Km. Os dados SPOT não são usados tão largamente para exploração como os dados TM, exceto onde a resolução espacial maior é considerada importante.

4.5.3 FUYO 1 (JRES 1)

FUYO-1 foi lançado com sucesso pela Agência de Desenvolvimento Espacial Nacional do Japão em fevereiro de 1992. O satélite levou dois instrumentos, um sensor óptico de banda 8 (OPS) e um radar de abertura sintética L-Band. O OPS sensoria radiação solar em 4 bandas *infrared* perto e visível (VNIR) e em 4 bandas *infrared short wave* (SWIR).

4.5.4 Satélites de Recurso Indiano (IRS)

Em março de 1988, o governo da Índia lançou o IRS-1A na órbita. IRS-1B foi lançado em agosto de 1991. A embarcação aérea levou 2 sensores de arranjo linear: o *Linear Imaging Self-Scanning Sensor* (LISS-I) e LISS-II. LISS-I tem um campo de visão instantâneo da terra de 73 metros e uma banda de 148 Km, e o sensor LISS-II fornece atravessar 37 metros e banda de 74 Km.

As bandas espectrais para os satélites IRS são similares para as 4 primeiras bandas dos dados do Landsat TM. O satélite IRS-1C foi lançado na órbita na primavera de 1995 e levou 3 sistemas de sensores, um sensor pancromático, um sensor LISS-III e um sensor campo largo (WiFS).

4.5.5 Sistemas de Satélites avançados

A próxima geração de recursos de satélites oferecerá imagem estereoscópica nas resoluções espectral e espacial que são agora somente disponíveis em sensores aéreos.

Sistemas de satélites os quais fornecem 5 metros ou menos de resolução espacial sobre bandas de mais de 30 Km permitirão aos geocientistas construir mapas topográficos digitais a 1:25.000 de escala com acurácia de contorno de 10 metros. E mais, aqueles sistemas os quais também coletam dados hiperespectral e multiespectral a 5 a 10 metros de resolução espacial permitirão mapas temáticos de superfície geral que cobrem a construção de escala 1:25.000.

Estas superfícies cobertas por mapas são valiosas para guiar a aquisição de alta resolução de dados espectral e espacial e para identificar áreas para campo de exploração.

4.5.5.1 Landsat 7

Landsat 7 levou o mesmo *Enhanced Thematic Mapper* (ETM) como o Landsat-6, o qual não alcançou a órbita, mais uma banda termal de 60 metros. O ETM utilizou as mesmas bandas *wavelength* como o Landsat-4 e 5, mas ele também incluiu uma banda *sharpening* pancromática de resolução espacial de 15 metros. Ele não tem capacidade de imagem estereoscópica. A banda *sharpening* de 15 metros acoplada com a banda de 185 Km do ETM continuará fazendo do Landsat o sensor de escolha para a maioria dos exploradores.

4.5.5.2 SPOT 4, 5 e 6

SPOT-4 teve uma banda de 1600 nm e uma melhor capacidade de armazenagem de dados. SPOT-5 está planejado para ser lançado no fim desta década. SPOT-6 poderá ser lançado entre 2005 e 2010.

4.5.5.3 ÁSTER

O Japão e EUA desenvolvem juntos um instrumento chamado *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER) para voar na plataforma EOS Am-1. Este instrumento medirá radiação em 4 bandas espectral na VNIR a 15 metros de resolução espacial, incluindo 2 bandas estereoscópica *along-track*, 6 bandas em SWIR a 30 metros de resolução espacial, e 5 bandas capazes de medir variações em emissão termal de área de 90 metros. Todos sensores com imagem de banda de 60 Km.

4.5.5.4 Outros Satélites Planejados

CSIRO é um consórcio australiano de companhias, trabalhando com o apoio do governo australiano, estão planejando construir o primeiro satélite de recurso avançado alcançando primariamente as necessidades da comunidade geológica internacional. Planos atuais para o satélite ARIES-1 propondo chamar para 32 bandas contínuas em VNIR, 32 bandas contínuas em SWIR e 3 bandas de correção atmosférica discreta em 1050, 1140 e 1215 nm. O sensor alcançará imagem de banda de 15 Km a 30 metros de resolução espacial.

A *Corporação Earthwatch* está construindo 2 satélites chamados *EarlyBird* e *QuickBird* A *Space Imaging Inc.* que possui um sensor pancromático de resolução espacial de 1 m e um sensor de imagem estereoscópica multiespectral de banda 5 com uma banda de 60 Km.

O satélite *Orbital Sciences Corp. Eyeglass*, com um sensor de imagem pancromática de banda de 15 Km com resolução espacial de 1 m. O Departamento Americano *Energy Sandia Laboratory* está desenvolvendo um satélite Imagem Termal Multiespectral. O *Jet Propulsion Laboratory* está desenvolvendo um satélite *infrared termal multiespectral lightweight* chamado *Sacajawea* como um sucessor do ASTER.

4.5.6 Sistemas Aerotransportados atuais

Geoscan MK II é um sensor de embarcação aérea comercial que foi construída pela *Geoscan Pty. Ltd*, Perth, Austrália especificamente para exploração mineral e avaliação de recursos ambientais. Ele tem 46 bandas espectral disponível, das quais 24 podem ser selecionadas dependendo da geologia local.

4.5.7 Espectrômetros de Imagem de Pesquisa Ambiental e Geofísica

A *Geophysical & Environmental Reserach Coporation* (GER) construiu e emitiu uma sucessão de espectrômetros de imagem aérea que foi usado para pesquisa e exploração mineral. As versões anteriores eram conhecidas como GERIS e tinham 63 bandas espectral. O *Daedalus Aiborne Thematic Mapper* foi construído como um simulador aéreo para o Landsat TM. Ele *scanneriza* 10 canais em VNIR e SWIR e uma banda termal larga.

4.6 Sistemas de Informação Geográfica - SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, são poderosas ferramentas para desenvolvimento de Projetos Hidrológicos nas administrações públicas em Planejamento Urbano. O SIG tem se constituído em um ambiente tecnológico valioso para as mais diversas áreas de conhecimento e de atuação sobre os meios físico e social. Dentre as inúmeras aplicações em trabalhos nacionais e internacionais. Destacam-se trabalhos no planejamento, na agricultura, na análise ambiental, na análise sócio-econômica, e mesmo no ensino e na pesquisa, segundo CÂMARA (1996).

Segundo CÂMARA (1996) pode-se questionar:

- Por que as pessoas querem,
- Precisam e,
- Deveriam aprender sobre SIG

Para aquela autora, as pessoas querem aprender SIG para: obter um emprego logo após a formatura; abraçar uma carreira quando suas profissões se tornarem obsoletas; dominarem a tecnologia que está se tornando parte de seus empregos ou profissões.

As pessoas precisam aprender SIG para: tomar decisões sobre as implementações de SIG em suas organizações (ex: políticos, administradores); interagir com o SIG, ou com os produtos dele derivados, sabendo quais são os potenciais e limitações, no apoio à tomada de decisão.

Para CÂMARA (1996), os educadores têm a responsabilidade de oportunizar aos aprendizes importantes princípios básicos que transcendem a tecnologia por si só. Algumas das questões mais conceituais apontadas são:

- Aprender Cartografia;
- Aprender Geografia;
- Aprender Análise Espacial
- Aprender Ciência Geográfica.

Quem são os aprendizes de SIG, quais suas necessidades e áreas de conhecimento, questiona aquela autora. Em sua opinião, muitas diferentes vocações ou atividades profissionais envolvendo GIS podem ser detectadas, dentre as quais:

- Operadores de sistema;
- Gerentes de sistema;
- Administradores de sistema;
- Desenvolvedores de aplicações;
- Designers de base de dados;
- Usuários de aplicações;
- Pesquisadores.

Uma longa lista de áreas de conhecimento poderia ser apresentada, incluindo a questão de uma conscientização geral sobre a tecnologia e suas aplicações. Entretanto, destaque é dado por aquela autora para:

- Operação de sistema;
- Gerenciamento de sistema;
- Ciência da Computação;
- Sistemas de informação;
- Ciência da Informação Espacial;
- Ciência Geográfica.

CÂMARA (1996) alerta não ser possível, nem desejável, endereçar completamente todas as áreas de conhecimento relacionadas, em um único pacote educacionais, sendo preciso reconhecer a clientela a ser atingida, as habilidades e conhecimentos necessários ao grupo. A capacitação de recursos humanos é, atualmente, o tema mais importante a ser tratado, uma vez que será, definitivamente, o caminho real para que possam ser sanados alguns dos diversos déficits observados em SIG. Para esses autores, as aplicações de SIG têm um futuro importante nos diferentes níveis de ensino; primeiramente porque o suporte de hardware necessário é aquele que pode ser encontrado atualmente em qualquer instituição escolar e, em segundo lugar, porque existe uma grande oferta de *software* passível de instalação em plataformas mais simples e difundidas.

4.6.1 Componentes de um SIG

Os Sistemas de Informações Geográficas são compostos basicamente por:

- *Hardware* (Equipamentos);
- *Software* (Programas aplicativos);
- *Peopleware* (Recursos humanos);
- Bases de dados, e
- Métodos e procedimentos.

4.6.1.1 *Hardware*

Corresponde à parte material, aos componentes físicos do sistema, segundo CÂMARA (1996), em sistema central, composto por circuitos eletrônicos integrados (chips), sendo o principal deles a CPU (*Central Processing Unit*), ou Unidade de Processamento Central, responsável pelo gerenciamento de todas as funções dos sistemas.

Um dispositivo denominado memória principal, ou central, armazena as informações que serão, ou que foram, processadas pela CPU, na forma binária (0's e 1's) periféricos: destinados à concretização da comunicação entre as pessoas e a máquina; são eles; as unidades de entrada e saída. Além disso, é necessário ter memória auxiliar, ou secundária, onde armazenar permanentemente os dados.

Atualmente, há inúmeras alternativas tecnológicas; em termos de CPU (*Central Processing Unit*), há opções tais como: *mainframes* (computadores de grande porte), minicomputadores (de médio porte), estações de trabalho (*workstation*), microcomputadores (pequeno porte - sejam eles *desktop*, *laptop*, *notebook*, *palmtop*, *personal digital assistant*, etc...). Dentre os equipamentos periféricos pode-se destacar, para os de entrada: teclado, *mouse*, mesa digitalizadora (*digitizer*), *scanner* (dispositivo de varredura ótica: MICR, OCR, leitora de códigos de barras, etc...), restituidores fotogramétricos, CCD (*Charge Coupled Device*), câmaras digitais, coletores de dados,

sistema de posicionamento global (GPS - *Global Positioning System*), teodolito eletrônico, etc. Para armazenamento estão disponíveis: disquete, fita *streamer*, CCT (*Computer Compatible Tape*), disco rígido, disco ótico (*CD-ROM*, *CD-WORM* e regravável), disco magneto-ótico, etc... Para exibição e saída: monitor de vídeo (tubo CRT e tela plana), impressora (matricial, laser, jato de tinta, jato de cera, termo-estática, etc...), mesa plotadora (*plotter*), dispositivo para a impressão direta sobre filme (fotoplotter), etc... A evolução da área de telecomunicações ensejou o surgimento do *MODEM* (Modulador / Demodulador), empregado para a entrada e saídas automáticas de dados, por via telefônica.

4.6.1.2 Software

É um conjunto de instruções arranjadas de forma lógica, para serem inteligíveis pela CPU; também conhecido como *logiciel*, em francês, ou logiciário; pode ser dividido, segundo CÂMARA (1996), em: básico: sistema operacional; ambiente operacional; tradutores, interpretadores, compiladores de linguagem; comunicação em rede, interface com o usuário, etc...; aplicativo: programa escrito em uma linguagem para uma aplicação específica; exemplo: editor de texto, programa estatístico, editor gráfico, gerenciador de banco de dados, etc...

Para aquele autor, o nome que a área de Sistema ou de Informática recebe nas empresas varia muito, combinando as palavras sistemas, tecnologia, informação, administração, organização, dentre outras. CÂMARA (1996), considera que os Sistemas de Informação podem ser divididos em: transacionais, info-gerenciais e de apoio à decisão. Dentre inúmeros Sistemas de Informação possíveis, aqueles envolvendo mais especificamente dados georeferenciados são os SIG's. Como já vimos anteriormente, para RODRIGUES e QUINTANILHA (1991), os SIG's stricto sensu, podem ser tomados como *software* de coleta, tratamento e apresentação de informações geocodificados.

PAREDES (1991), considera cinco módulos de *software* como sendo sub-sistemas de um SIG:

- Entrada e verificação de dados;
- Armazenamento de dados e gerenciamento da base de dados;
- Saída e apresentação de dados;
- Transformação de dados;
- Interação com o usuário.

4.6.1.3 *Peopware* (Recursos Humanos)

RODRIGUES e QUINTANILHA (1991) distinguem dois grupos de recursos humanos em Informática: pessoal de processamento de dados (analistas e programadores) e usuários finais. Aquele autor observa que com o passar do tempo, a distância entre os dois grupos tem diminuído com o incremento da informatização, ao ponto que existe atualmente uma sobreposição entre os dois segmentos, o que se deve em parte ao constante e crescente envolvimento do usuário no desenvolvimento, operação e responsabilidade pelos sistemas.

PAREDES (1991), por sua vez, no tocante aos SIG's considera que dependendo do país e da organização, a disponibilidade de pessoal capacitado no mercado de trabalho pode variar enormemente. Assim sendo, aquele autor classifica o *staff* em função do nível de habilidade em: alto e baixo, sem com isso desejar subestimar o segundo grupo. Os elementos do grupo de baixo nível de habilidade não necessitam saber como o SIG funciona, pois basta que o mantenham funcionando, alimentem os bancos de dados e assegurem que o resultado se tornará disponível. É o caso de digitadores, operadores, digitalizadores, etc...

Quanto ao pessoal de alto nível, há quatro classes:

- Gerencial (para manter o sistema funcionando e para interação harmoniosa com o restante da organização);
- Técnico (inclui cartógrafos, programadores, equipe de desenvolvimento);

- Científico (equipe de pesquisa);
- a classe de contato com os demais segmentos e usuários.

É consenso que a equipe técnica deve ser inter, multi e trans-disciplinar composta por membros cujas relações devem seguir a uma hierarquia organizacional, sendo atribuídas a cada um deles suas funções e responsabilidades. A equipe pode ser estruturada em diferentes grupos segundo suas funções específicas. Desta forma são constituídos grupos de aquisição, conversão, manutenção, controle de qualidade, gerenciamento do sistema físico, gerenciamento dos bancos de dados, pesquisa e desenvolvimento, treinamento e reciclagem de pessoal; além dos usuários internos e externos à organização. Em se tratando de SIG's é recomendado o apoio de técnicos especialistas em: Informática, Análise de Sistemas, algumas modalidades de Engenharia (ex.: Cartográfica, Eletrônica, Elétrica, de Processo, de Produto), Geografia, Planejamento, etc. Caberá à equipe técnica a responsabilidade pelo bom andamento das atividades e pela própria reflexão crítica dos rumos que o projeto SIG toma com o transcorrer do tempo, daí ser fundamental a organização investir na constante atualização e aperfeiçoamento do *peopleware*, além da preocupação em renovar o *hardware*, em sofisticar o *software* e dar manutenção às bases de dados.

4.6.1.4 Base de Dados

Compostas por arquivos onde os dados são armazenados; quando às bases de dados são associados programas de gerenciamento, os quais permitem executar rotinas de manutenção e controle, o que resulta são os bancos de dados.

Os sistemas de bancos de dados surgiram no início dos anos 60 e têm sido submetido a profundas mudanças em seus conceitos e tecnologias (FERRARI, 1997). Basicamente, os sistemas de bancos de dados são concebidos para gerenciar grandes quantidades de informação; o gerenciamento dos dados envolve tanto a definição de estruturas para armazenamento como a provisão de mecanismos para manipulação. Afirma que tais sistemas devem proporcionar a segurança das informações

armazenadas no banco de dados, mesmo em casos de queda de energia no sistema ou de tentativa de acessos desautorizados. Se os dados forem compartilhados por diversos usuários, o sistema precisa impedir possíveis resultados anômalos.

Para MENEGUETTE (1994), um sistema gerenciador de banco de dados (*Data Base Management System*, DBMS) consiste numa coleção de dados inter-relacionados e numa coleção de programas que acessam esses dados. Os dados contêm as informações concernentes a uma particular empresa. O principal objetivo de uma DBMS é proporcionar um ambiente que seja conveniente e eficiente na recuperação e na inserção de informações no banco de dados.

4.6.1.5 Métodos e Procedimentos

A fim de que se consiga um maior desempenho do SIG, é necessário definir métodos e procedimentos de entrada, processamento e saída de dados, de tal forma que: os dados inseridos na base de dados atendam aos padrões previamente estabelecidos, que seja evitada a redundância de informações, que o uso dos equipamentos seja otimizado, que a segurança seja garantida, que os trabalhos apresentem organização interna e, principalmente, que os produtos de informação decorrentes do processo sejam condizentes com as necessidades de informação dos usuários.

4.6.2 Sub-sistemas do Software SIG

Os Sub-sistemas principais de um *software* SIG podem ser classificados, como a seguir se descreve.

4.6.2.1 Captura de Dados

Antes que um dado espacial possa ser utilizado por um SIG, ele deve ser convertido em um formato digital. Este processo de conversão de um mapa em papel para o computador pode ser chamado de digitalização. Estes dados podem ser convertidos através de *scanners* onde o dado é armazenado em uma forma matricial, ou através de mesas digitalizadoras, onde o dado é armazenado em um formato vetorial. Atualmente existem vários tipos de dados geográficos em formatos compatíveis com muitos *softwares* SIG, que podem ser obtidos em empresas que comercializam estes dados e carregados diretamente em um SIG.

Também é necessário que se alimente o sistema com dados alfanuméricos, representando os atributos das feições espaciais. Estas informações podem ser carregadas no sistema através de tabelas, planilhas, imagens, textos, etc.

Deve-se considerar a importância da verificação dos dados e de seus relacionamentos, visto que esta etapa de captura de dados é uma das mais importantes no processo de implantação de um SIG, de modo a minimizar o máximo possível, qualquer falha no processo de captura dos dados.

4.6.2.2 Armazenamento e gerenciamento dos Dados

É comum que seja necessário transformar ou manipular os dados para um projeto SIG, de modo a torná-los compatíveis com o sistema utilizado. Por exemplo, uma informação geográfica é disponível em diferentes escalas (arquivos com eixos de logradouros bem detalhados, arquivos com o tipo de uso do solo, menos detalhado e arquivos que contém os códigos postais - CEP's – bem menos detalhados).

Antes que essas informações possam ser integradas em um SIG, elas devem ser convertidas para uma mesma escala (grau de detalhes ou precisão). Isto pode ser uma transformação temporária, apenas para propósitos de visualização, ou permanente, quando se necessita realizar alguma análise com esses dados. A tecnologia SIG oferece muitas ferramentas para manipular os dados espaciais e eliminar dados redundantes ou desnecessários.

Para pequenos projetos SIG pode ser suficiente armazenar as informações alfanuméricas (atributos) em arquivos ou planilhas. Porém, quando o volume de dados começa a se tornar muito grande e o número de usuários que acessam o sistema também, é aconselhável se utilizar um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional, para ajudar a armazenar, organizar e gerenciar esses dados. Em um banco de dados relacional os dados são armazenados conceitualmente como uma coleção de tabelas. Campos comuns em diferentes tabelas são utilizados para relacionar uma tabela a outra.

Esta concepção surpreendentemente simples tem sido utilizada principalmente por causa de sua flexibilidade e grande utilização tanto em aplicações com SIG quanto em aplicações em que nada se utilizam um SIG.

Uma vez que um SIG esteja implementado, contendo as informações geográficas, pode-se começar a realizar algumas análises simples nestes dados como:

- Quem é o proprietário de determinado lote?
- Qual é a distância entre dois locais específicos?
- Onde estão as regiões na cidade de uso industrial?

E também buscas analíticas, como:

- Onde se encontram os terrenos disponíveis para construção de casas?
- Qual é o tipo de solo indicado para plantação de soja?
- Se eu construir uma estrada aqui, o quanto isto irá afetar o tráfego?

Um SIG possibilita obter respostas selecionando um elemento gráfico e acessando suas informações alfanuméricas, mas também, possibilita sofisticadas ferramentas de análise que fornecem informações necessárias tanto para equipe

técnica quanto para a equipe gerencial. A tecnologia SIG é extremamente fascinante quando utilizada para análise de dados geográficos e busca de comportamentos e padrões para se entender a dinâmica de uma área de estudo. Os modernos SIG's possuem poderosas ferramentas de análises.

4.6.2.3 Análise de Proximidade

Utilizando a ferramenta SIG com uma ótica de análise de proximidade poderíamos elaborar as seguintes questões elucidativas:

- Quantas casas existem dentro de um raio de 100m de um determinado rio?
- Qual é o número total de clientes em um raio de 10km de meu armazém?
- Qual é a porcentagem da colheita de trigo, que está apenas a um raio de 500m da sede da fazenda?

Para se responder a questões como estas, o SIG utiliza uma rotina chamada "buffering" para determinar a relação de proximidade entre os elementos.

4.6.2.4 Análise de *Overlay*

A integração de diferentes níveis *layers* de dados envolve um processamento chamado *overlay*. Em seu modo mais simples, ele pode ser uma operação visual, mas uma operação analítica necessita que um ou mais *layers* sejam unidos fisicamente. Este *overlay*, ou esta ligação espacial pode integrar, entre outros, dados de uso do solo, declividade e vegetação, ou ainda, dados de proprietários de lotes, com dados de cobrança de impostos.

4.6.2.5 Visualização e apresentação de dados

Para muitos tipos de operações geográficas, o resultado final é mais bem visualizado como um mapa ou um gráfico. Mapas são muito eficientes em armazenar informações geográficas e em sua comunicação. Enquanto os Cartógrafos têm criado mapas durante milênios, o SIG provém uma nova e excitante ferramenta para estender a arte e a ciência da Cartografia. Os Mapas em tela podem ser integrados com relatórios, imagens tridimensionais, imagens fotográficas, e outros tipos de saída como multimídia.

4.6.3 Exemplos de Aplicação

ARONOFF (1989) descreve aplicações representativas para as quais um SIG pode ser utilizado com sucesso; os exemplos se fazem presentes em várias disciplinas, incluindo aplicações amplamente aceitas tais como:

- Agricultura e planejamento do uso da terra
- Silvicultura e gerenciamento da vida silvestre
- Arqueologia
- Geologia
- Aplicações municipais

Várias outras aplicações menos usuais são também apresentadas, tais como a previsão da localização de sítios arqueológicos ou o mapeamento da distribuição de plantas a partir dos registros de museus. Aquele autor afirma, entretanto, que tais aplicações não constituem descrições de projetos detalhados; ao invés disso, elas apresentam idéias e conceitos a fim de dar uma noção do leque de aplicações do SIG. Tais exemplos, porém, representam aplicações que foram implementadas operacionalmente ou foram demonstradas e descritas na literatura.

A primeira das aplicações citadas por ARONOFF (1989), diz respeito à agricultura e ao planejamento do uso da terra. A agricultura tem tamanha importância nacional e econômica, por se ocupar da produção de alimentos, que é geralmente melhor inventariada e monitorada do que outros recursos naturais. A nível nacional, o monitoramento da produção agrícola tem sido realizado como sendo uma atividade ARANOFF (1989) voltada a efetuar relatos estatísticos, ao invés de gerar mapeamentos. A avaliação das áreas agrícolas mais importantes é uma ciência bem desenvolvida e realizada pelas agências nacionais empregando procedimentos que foram desenvolvidos antes que o poderoso software SIG estivesse disponível. As atividades de mapeamento focalizam geralmente o mapeamento dos solos e a adequação à agricultura. Mas, muitas das organizações responsáveis pelo monitoramento do uso do solo para a agricultura já adotaram métodos de SIG; além de ser empregado para avaliar a produção de safras agrícolas (tais como arroz, trigo, canola, batata, cacau e café), os procedimentos de SIG têm sido usados para avaliar as práticas de gerenciamento de terras para pastagem.

O primeiro país a adotar SIG foi o Canadá, que o tem operado continuamente, desde os anos 60 e, desde então tem sido extensivamente modificado e agora opera como um componente de um grupo integrado de SIG's denominado *Canadá Land Data Systems*, que provê serviços de análise às agências nacionais, regionais e municipais por todo o Canadá.

A nível local, o planejamento relacionado à agricultura tem sido geralmente efetuado no contexto de atividades mais gerais de planejamento do uso da terra; por exemplo, a Comissão de Conservação do Estado de Oklahoma, nos EUA, juntamente com a Universidade Estadual de Oklahoma, utilizaram um SIG para o planejamento da conservação do solo.

A análise integrada do tipo de solo, declividade, práticas de lavoura e tipo de plantação, foram usados para predição da erosão do solo, tal que programas de controle da erosão pudessem ser dirigidos para as áreas com mais alto risco.

Procedimento de análise para planejamento da erosão do solo (Fonte: ARONOFF (1989) talvez seja a nível local que a tecnologia SIG tenha o maior efeito sobre a maneira pela qual a terra agrícola é monitorada, pois técnicas relativamente simples podem fornecer um nível de processamento de informações que permite a avaliação, reparação e reavaliação de cenários alternativos, a um custo aceitável.

Uma questão importante na adoção das técnicas de SIG para o planejamento do uso da terra a nível local é relativa a de como colocar tal tecnologia nas mãos dos tomadores de decisão; uma abordagem seria organizar projetos cooperativos nos quais a agência de usuários potenciais faça uso de uma instalação operada por especialistas em SIG (como ocorreu no Projeto de Registro de terras do Condado de Dane, no Estado de Wisconsin, iniciado em 1982, reunindo agências locais, estaduais e federais, com a participação da Universidade de Wisconsin); outra alternativa seria levar a tecnologia até os tomadores de decisão, em que os próprios profissionais do gerenciamento da terra especifiquem os dados de entrada, os produtos finais, as operações analíticas necessárias, estruturem o planejamento e a análise da tomada de decisão, executem a análise no SIG e avaliem os resultados.

A segunda aplicação citada por ARONOFF (1989) é voltada à silvicultura e ao gerenciamento da vida silvestre. A Silvicultura abarca o gerenciamento de um grande leque de recursos naturais que ocorrem em áreas florestais; além de madeira para construção, as florestas fornecem recursos tais como terras cobertas por pastagem para o rebanho, áreas de recreação, habitat para a vida silvestre e fontes de suprimento de água.

Assim sendo, a responsabilidade do Serviço Florestal Americano incluem o gerenciamento do desmatamento, do habitat da vida silvestre, do arrendamento de pastos, das áreas de recreação, das atividades de mineração e a proteção de espécies em extinção e de sítios arqueológicos. Para satisfazer a essas diversas responsabilidades, devem ser acomodadas atividades de conservação e de uso de recursos. Avaliar a compatibilidade de usos múltiplos e harmonizar valores que competem entre si, são difíceis processos de planejamento que podem ser auxiliados pelas técnicas de SIG, comenta ARONOFF (1989).

Nos últimos dez anos a tecnologia SIG tem sido amplamente aceita tanto pelas agências florestais públicas quanto pelas companhias privadas; isso se deve em grande parte aos benefícios dos mapas de inventário mais atualizados - o inventário florestal é a ferramenta primária de gerenciamento para a produção de madeira na América do Norte, sendo empregado para avaliar os recursos florestais existentes e desenvolver cronogramas de plantio e de tratamento, projetar suprimentos futuros de madeira e para outras atividades de planejamento operacional.

Convencionalmente, os dados de inventário florestal eram coletados por meio de técnicas de aerofotogrametria e de sensoriamento remoto, apoiados por levantamento de campo, dando origem a mapas analógicos, que levavam anos para serem atualizados; com o uso do SIG, a idade média da informação na base de dados sobre florestas foi reduzida para semanas, ao invés de anos - só esse fator levou a uma aceitação ampla e a uma demanda por tecnologia de SIG no setor florestal. Por si só, o uso de um SIG para atualizar mapas de inventário florestal é um pouco mais do que Cartografia Automatizada, usando tecnologia computacional para um processo manual existente, observa ARONOFF (1989).

Um SIG pode ser usado para armazenar e analisar informação florestal de maneira que não podia ser feita anteriormente; pode ser usado para calcular a quantidade de madeira a ser extraída de uma área, modelar o alastramento de incêndios nas matas, ou desenvolver e avaliar planos alternativos de corte. A capacidade de processamento do SIG permite que várias alternativas sejam avaliadas de forma relativamente rápida. Isso tem levado a uma mudança qualitativa na maneira como muitas análises podem ser realizadas. Planos podem ser progressivamente refinados e reavaliados para otimizar a solução, um procedimento que seria proibitivamente oneroso usando técnicas manuais. Em muitos países tropicais e subtropicais, as florestas são inacessíveis e praticamente não mapeadas; o desmatamento é um problema sério, contribuindo para a degradação do solo, erosão, inundações e problemas relativos à qualidade da água, relata ARONOFF (1989). A capacidade de uma área em suportar o corte de florestas depende de vários fatores ambientais tais como a topografia (pois áreas íngremes sofrem erosão mais rapidamente quando a

floresta é removida), o tipo de solo, o método usado para cortar as árvores (corte raso ou seletivo), assim como fatores econômicos (preço de mercado, custos de produção e de transporte). Mesmo assim, tais regiões freqüentemente não dispõem de recursos financeiros para coletar as informações sobre florestas usando métodos convencionais; o sensoriamento remoto e as técnicas de SIG podem fornecer alternativas de custo adequado para a geração de informação básica para o planejamento de recursos. Informações em nível de reconhecimento pode ser utilizada para iniciar programas de gerenciamento de recursos rapidamente e para identificar problemas urgentes tais como áreas expostas à erosão. Uma vez que o sistema de base de dados dos recursos esteja instalado, informações mais detalhadas podem ser adicionadas progressivamente, dependendo da disponibilidade de mão de obra e de apoio financeiro. ARONOFF (1989) menciona que um componente importante no gerenciamento da vida silvestre é a predição dos efeitos das atividades humanas e dos eventos naturais sobre a abundância e a qualidade das populações silvestres. Essa informação é usada, por exemplo, no processo de tomada de decisão a respeito da escolha de um caminho para construção de uma estrada ou do fechamento do acesso ao grande público às áreas críticas à vida silvestre.

A vida silvestre depende da presença de um misto apropriado de recursos dentro de uma área geograficamente definida. Um SIG pode ser usado para analisar tais fatores como a disponibilidade de alimentos e abrigos, proteção contra os predadores, e a adequação de áreas para locais de alinhamento e permanência. Técnicas de SIG têm sido usadas para analisar o habitat de uma grande gama de espécies de animais; planos de informação para adequação do habitat da vida silvestre e áreas críticas à vida silvestre são comumente incluídas nas bases de dados florestais na América do Norte. Uma das mais inovadoras aplicações de tecnologia de SIG e sensoriamento remoto, de acordo com ARONOFF (1989), tem sido o rastreamento de animais selvagens através de telemetria por satélite; um transmissor é incorporado a um colar no animal e os sinais são recebidos por um dos satélites meteorológicos NOAA. Os dados são coletados cinco vezes ou mais ao dia, fornecendo a localização de cada animal (com uma exatidão de 500 m), além de um índice de temperatura e uma medida de nível de atividade. Um SIG é empregado com essa finalidade no Alaska,

desde 1985, pelo Serviço Americano de vida silvestre e aquática, para analisar os dados de localização de renas e assim, avaliar o impacto potencial de um oleoduto, da infraestrutura e de outros desenvolvimentos sobre as renas que usam o Refúgio Nacional da vida silvestre no Alaska. Essas técnicas têm permitido aos biólogos rastrear animais, sobre grandes extensões de terra, inclusive cruzando fronteiras internacionais, mais acuradamente e mais eficientemente do que jamais foi possível antes. Os dados, que são coletados em forma digital, podem ser usados não apenas para estudar a vida selvagem, mas também para influenciar decisões de planejamento que afetam o habitat desses animais.

A terceira aplicação de SIG apresentada por ARONOFF (1989) é em arqueologia. Uma das missões em comum do Parque Nacional e das agências florestais é a proteção de sítios arqueológicos; os arqueólogos têm feito uso das técnicas de SIG tanto para analisar sítios conhecidos quanto para predizer a localização daqueles ainda não descobertos. As medidas arqueológicas, tais como o tamanho do sítio, a localização, idade, número de artefatos, número de habitações, juntamente com as medidas ambientais (tais como elevação, declividade, aspecto, relevo local e distância da fonte d'água) têm sido usadas para predizer a localização de sítios arqueológicos. Não é surpreendente, afirma o autor, que tais fatores sejam bons indicadores, pois os seres humanos selecionam locais de assentamento baseado na proximidade de recursos, como água e alimentos, um microclima confortável e segurança. Para desenvolver um modelo de previsão, essas medidas são coletadas nos sítios arqueológicos conhecidos em uma área de estudo, explica ARONOFF (1989), sendo que os dados ambientais são coletados para toda a área de estudo. O modelo é então calibrado usando um conjunto de localidades conhecidas como sendo sítios arqueológicos e um conjunto de localidades conhecidas como não sendo sítios. Então o modelo é aplicado para toda a área de estudo usando os dados ambientais apenas; o SIG é empregado para gerar a maioria das medidas ambientais para a área a partir dos dados digitais da superfície do terreno. Relatórios são produzidos em forma de mapas mostrando a densidade e distribuição de sítios arqueológicos conhecidos e preditos e as medidas arqueológicas e ambientais são fornecidas em forma tabular.

A quarta aplicação citada por ARONOFF (1989) é a geologia. A análise da geologia de uma região seja para exploração mineral ou de petróleo, seja para mapeamento de reconhecimento, é fundamentalmente um procedimento de integração de dados. Os geólogos procuram identificar padrões geológicos úteis na paisagem, relacionando diversos conjuntos de dados geológicos. Esboços de campo são usados para registrar observações diretas; a concentração dos elementos dissolvidos em um riacho local fornece pistas para a composição dos materiais rochosos dentro da bacia hidrográfica; levantamentos aeromagnéticos e gravitacionais são utilizados para mapear mudanças sutis nos campos magnético e gravitacional terrestre que podem indicar a presença de depósitos significativos de minérios. Para serem úteis, todos esses dados devem ser analisadas com referência as suas localizações geográficas. Ao permitir a possibilidade de exibir e analisar diversos conjuntos de dados conjuntamente, um SIG habilita o geólogo a trabalhar com os dados mais rapidamente, com maior exatidão e de maneiras que não poderiam ser práticas usando métodos manuais.

Aplicações municipais constituem o quinto tipo de aplicações de SIG mencionadas por ARONOFF (1989). A maioria da informação necessária para operar um município é georeferenciada, ou seja, é referenciada a uma específica localização geográfica. As informações sobre zoneamento, propriedades, estradas, escolas e parques, todas se relacionam a localizações geográficas. Embora o uso do computador seja comum, a adoção de SIG's pelos municípios tem sido lenta, observa o autor; em parte isso tem sido um resultado de altos custos iniciais de criação da base de dados para o SIG. Talvez mais fundamentais sejam os custos de mudança da organização administrativa da municipalidade tal que o SIG possa ser efetivamente implementado.

As aplicações municipais de SIG, continua ARONOFF (1989), provêm a sistemática coleta, atualização, processamento e distribuição de dados relacionados à terra. A capacidade de tratar dados obtidos por levantamentos do terreno é também uma exigência comum desses sistemas. Os SIG's municipais são usados para a tomada de decisão legal, administrativa e econômica, assim como para as atividades de planejamento.

Os municípios começaram a reconhecer os benefícios potenciais de uma abordagem mais integrada aos seus dados computadorizados em geral, e à organização da informação georeferenciada em particular. Durante os anos 80, relembra o mencionado autor, muitos municípios norte americanos fizeram grandes investimentos em SIG's e estes estão sendo usados para dar suporte às funções municipais, tais como gerenciamento e avaliação e propriedades, emissão de licenças e de permissões, planejamento de subdivisões, análise e planejamento de transportes, roteamento e remessa de veículos, projetos de engenharia, inventário de serviços públicos, tais como sistema de água e esgoto e cabeamento elétrico, além de planejamento do uso da terra.

4.6.4 Plano estratégico de implementação de um SIG

Levantamento das etapas necessárias a serem consideradas na implantação de um SIG em uma organização. A seguir apresenta-se um roteiro como subsídio para discussão no aperfeiçoamento de uma metodologia para implantação de um SIG em uma organização.

4.6.4.1 Seleção do *software*

Talvez a primeira questão a ser discutida quando uma organização resolve implementar um SIG, a questão freqüentemente vem acompanhada de qual o melhor SIG. A resposta é: Não há um "melhor SIG". Existe no mercado uma grande variedade de *softwares* SIG. Um levantamento do mercado. O número de *softwares* SIG a serem considerados, pode-se reduzir bastante, se considerarmos os seguintes:

- Os *softwares* desenvolvidos por Universidades, que geralmente não possuem integração com todos os formatos de arquivos existentes no mercado, e tendem a ser voltados para uma aplicação específica.
 - Os *softwares* de CAD, que utilizam o termo SIG, mas freqüentemente não possuem toda a funcionalidade deste. *Softwares* desenvolvidos por empresas de consultoria, que fornecem ou customizam módulos específicos para um SIG, mas geralmente não desenvolvem todas as rotinas pertinentes a este.
-

Um dos problemas na avaliação da funcionalidade de um *software* SIG é querer comparar um *software* com outro. A comparação de funções similares entre sistemas diferentes freqüentemente é confusa. Como qualquer outro *software*, algumas tarefas específicas são melhores, em determinado *software* SIG, assim como outras são menos funcionais, comparadas a outros. Devido à diversa gama de diferentes técnicas, e a natureza complexa das análises espaciais, nenhum procedimento ou método de avaliação foi desenvolvido para este propósito.

Qualquer *software* SIG deve ser avaliado estritamente em termos das necessidades do usuário, considerando seus procedimentos de trabalho, necessidades de produção, e contexto organizacional. A experiência de uma consultoria em SIG pode adicionar um grande e importante valor no processo de avaliação.

É normalmente aceito que o processo de seleção do *software* SIG mais apropriado, deva partir de um *benchmark* (projeto piloto), utilizando-se dados reais do usuário, que representem o fluxo de trabalho real e os processos envolvidos na organização.

A real identificação das necessidades potenciais do usuário é essencial no desenvolvimento de um *benchmark* para a avaliação de *software* SIG. A análise das necessidades do usuário é um fator crítico para o sucesso da implementação de um SIG. O desenvolvimento de um *benchmark* deve considerar a inclusão de outros sistemas dentro da organização que podem necessitar uma integração com o SIG. Uma integração lógica e sistemática, tanto quanto possível, com outros sistemas existentes

na organização (atendimento a clientes, fluxo interno de informações, etc.) irá contribuir substancialmente para o sucesso no processo de avaliação.

4.6.4.2 Justificativa e expectativa

Um SIG é um investimento em longo prazo, que se consolida com o tempo. O tempo necessário para os resultados desejados, pode ser mais longo do que inicialmente especificado. Isto porque um SIG tem uma curva de aprendizado bem acentuada. A obtenção de benefícios e resultados positivos não será conseguida de um dia para o outro. Tanto o investimento inicial, quanto o suporte financeiro através do processo de implantação de um SIG, são fatores determinantes para o sucesso ou fracasso do projeto de SIG.

Freqüentemente, a justificativa e aquisição de um SIG, estão centradas em aspectos técnicos de *hardware*, *software*, e base de dados. Mas a experiência mostra que, embora estes aspectos sejam importantes, eles não são os únicos que irão determinar se uma implantação de um SIG irá obter sucesso ou não.

Mesmo que uma avaliação apropriada de um SIG requeira uma boa compreensão das necessidades do usuário, freqüentemente os sistemas são adquiridos baseados em avaliações incompletas e tendenciosas. Assim, mesmo com o SIG já adquirido, um plano de implementação sistemática e estruturada é necessário para o sucesso da operação. Geralmente, um plano de implementação de um SIG, deve levar em consideração os seguintes aspectos institucionais, técnicos e financeiros:

- Custos e metodologia para aquisição do sistema.
- Custos e necessidades de dados.
- Desenho da base de dados (modelo conceitual).
- Custos e necessidades para captura e conversão de dados.
- Metodologia, cronograma e custos para instalação do sistema.
- Custos e procedimentos para operacionalização diária do sistema.

- Custos e necessidades de contratação e/ou treinamento da equipe técnica.
- Custos e necessidade de desenvolvimento de aplicações.

Os responsáveis pela aquisição do SIG devem estar cientes da necessidade de investimentos em *hardware*, *software*, treinamento, suporte e equipe técnica. Os custos para se estabelecer um SIG operacional são substanciais. Porém, uma expectativa realística e um suporte ao desenvolvimento do SIG dentro de uma organização, certamente trarão benefícios para essa. Considerações sobre o tempo de utilização dos dados (atualização), processos de captura e conversão, contratação de pessoal, etc., são tarefas fundamentais na implementação de um SIG. Considerações em longo prazo, como aquisição e manutenção de *hardware* e *software* devem também ser consideradas. A aquisição da tecnologia de SIG não deve ser feita sem uma consideração séria sobre o modo em que o SIG irá interagir com toda a organização. Para se implantar um SIG, não é suficiente comprar um computador, um *ploter* e algum *software*, e colocar tudo isso em alguma sala escondida na organização, com um técnico entusiasmado com a tecnologia e esperar um resultado imediato. Um sério compromisso com o SIG, implica em um grande impacto em toda a organização.

4.6.4.3 Etapas de implementação

A mera presença de um plano de implementação não irá garantir o seu sucesso. Muitas organizações não possuem uma equipe técnica suficiente para lidar com o compromisso e o trabalho necessário para introduzir um SIG aos processos já existentes. A implementação de um SIG deve, também, considerar todo o processo de transferência de tecnologia.

4.6.4.4 Fracassos na estratégia de implantação de um SIG

A seguir são apresentadas algumas constatações que contribuem para o fracasso na estratégia de implantação de um SIG:

- Falhas para identificar e envolver todos os usuários - Os usuários em um ambiente SIG operacional consistem-se de operadores, gerentes e "chefes" (Prefeitos, diretores, presidentes, etc.). Todos os três níveis devem ser considerados na etapa de identificação das necessidades dos usuários.
- Falhas no relacionamento das capacidades e necessidades do SIG - Existe hoje no mercado uma grande variedade de *softwares* e *hardwares* para SIG. O coordenador do projeto tem pela frente um grande desafio para fazer a escolha certa. É necessário lembrar, que a escolha certa será o SIG que fornecer a melhor o melhor benefício pelo mínimo investimento. O sucesso da implementação de um SIG é particularmente sensível à escolha certa do *hardware* e do *software*.
- Falhas na previsão do custo total do projeto - Os custos de aquisição de um SIG são relativamente fáceis de se prever. Porém, isto irá representar uma pequena parte do custo total de implementação do SIG. Os custos totais do projeto são consideráveis, e incluem manutenção de *hardware* e *software*, equipe técnica, administração do sistema, captura e atualização de dados, customização e consultoria.
- Falhas na condução do projeto-piloto (*benchmark*) - Um plano de implementação de um SIG, abrange aspectos técnicos e administrativos, e seus respectivos custos. Três dos fatores mais cruciais nesta etapa, são o modelo de dados, a captura de dados e a operação e manutenção diária do sistema. O projeto-piloto permitirá que se façam observações detalhadas do processo, desde que projetado corretamente, permitindo que se estime eficientemente a necessidade operacional.
- Delegar a responsabilidade da implantação do SIG, para uma equipe sem conhecimento da tecnologia. Devido ao fato de um SIG possuir diferenças consideráveis de um sistema de informática convencional, a equipe de implantação do SIG será melhor qualificada se possuir formação direcionada em Geoprocessamento. A confiança em uma equipe convencional (ou seja, sem formação na área de Geoprocessamento), poderá contribuir para o fracasso da implantação.

- Falhas ao se considerar o processo de transferência de tecnologia, treinamento e suporte contínuo, nas dependências da organização, são essenciais para o sucesso da implantação do SIG. A equipe, nos seus três níveis, deve ser "educada" no aspecto da integração do SIG na organização. O treinamento e conhecimento em SIG podem somente ser obtido através de um aprendizado contínuo. Nada pode substituir o treinamento e formação em SIG da equipe.
-
-
-

5 Material e Método

A metodologia adotada para esta dissertação definiu duas linhas básicas para o estabelecimento de diagnóstico e das diretrizes básicas do Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Ribeirão Quilombo na Cidade de Americana – SP, que são: diretrizes para o Plano Diretor Preventivo e diretrizes para o Plano Diretor Corretivo.

Para o estabelecimento de tais diretrizes foi necessária a elaboração de procedimentos para a formação de um banco de dados que serviu de base para realização do presente projeto.

5.1 Formação do banco de dados

As informações para a elaboração do banco de dados para o desenvolvimento deste trabalho foram adquiridas de várias naturezas: geo-referenciadas (ou cartográficas), imagem digital de satélite de sensoriamento remoto, LANDSAT™, relatórios, tabelas, plantas cadastrais, mapas-croquis e planilhas sobre os componentes do meio, cujas escalas de informação variaram entre 1:50.000 a 1:1.000.

5.1.1 Procedimentos para o Processamento Digital da Imagem

O procedimento inicial para a realização deste trabalho, no que diz respeito ao Processamento Digital da Imagem, foi a aquisição de imagem de satélite LANDSAT™ contendo a Região Metropolitana de Campinas, data 03/07/1.997, órbita 21976, conforme Figura 5.1, e a partir desta, recortou-se uma quadrícula que apresenta a área contendo a Bacia do Ribeirão Quilombo, conforme a Figura 5.2. Com a finalidade de se obter uma imagem colorida. Primeiramente, foi feita a separação da mesma em 3 bandas: Banda 3, Banda 4 e Banda 5 conforme as Figuras 5.3, 5.4, 5.5 respectivamente. Na Banda 4 foi aplicado filtro Copersucar. conforme Figura 5.6

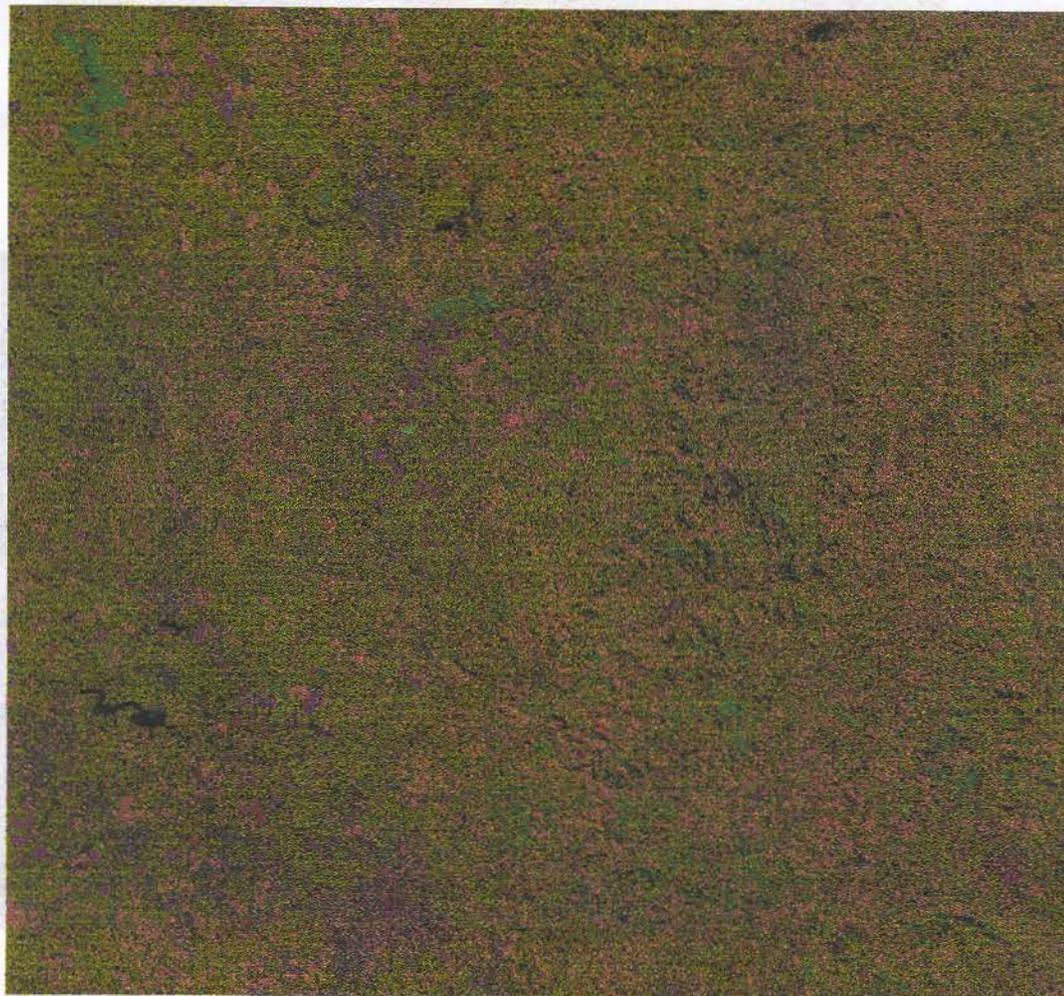


Figura 5.1 – Imagem de satélite LANDSAT™ (ainda sem tratamento) contendo a Região Metropolitana de Campinas, data 03/07/1. 997, órbita 21976.



Figura 5.2 – Imagem de satélite LANDSAT™ (ainda sem tratamento) contendo área da Bacia do Ribeirão Quilombo, data 03/07/1.997, órbita 21976.

Window from banda3 c: 7 r: 1841 to c: 1750 r: 3048



Figura 5.3 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 3.

Window from banda4 c: 7 r: 1841 to c: 1750 r: 3048



Figura 5.4 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 4.

Window from banda5 c: 7 r: 1841 to c: 1750 r: 3048



Figura 5.5 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 5.

Window From Banda4 Filtro Copersucar / Contraste Linear

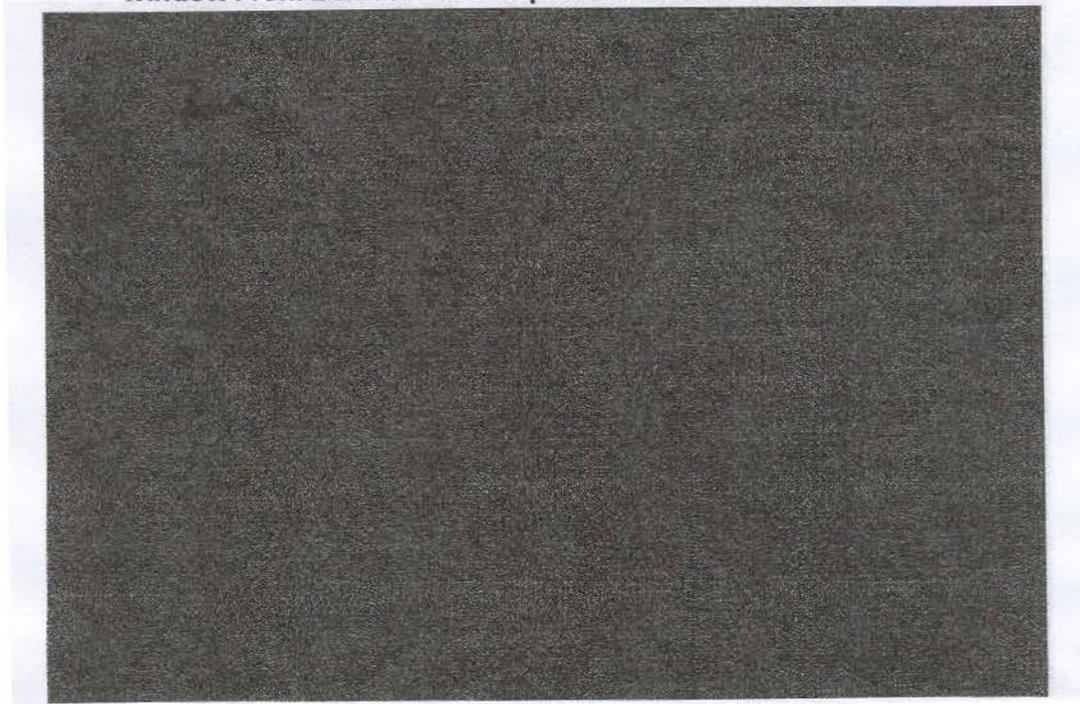


Figura 5.6 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Banda 4 – Filtro Copersucar

Para obtenção de uma imagem colorida, com boa qualidade, foi necessário realizar tratamentos digitais nas Bandas que mais necessitavam. Este procedimento teve por finalidade realçar as bordas da imagem ainda em preto e branco. Em seguida foi realizada a aplicação de contraste linear obtendo-se novamente 256 níveis de cinza.

A imagem colorida, conforme Figura 5.7, foi obtida após a composição das Bandas 3, 4 e 5, através de Processamento Digital de Imagem. Utilizou-se de recursos computacionais, que são disponíveis em *software* de Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

A partir da imagem colorida foi possível delimitar a bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo com o apoio de cartas planialtimétricas em escala 1:50.000, conforme Figura 5.8. Em seguida foi realizada a digitalização semi-automática da imagem por meio de um recorte da Bacia do Ribeirão Quilombo no formato Vetorial (imagem *black*). Pelo procedimento de sobreposição das imagens (*Overlay*), *black* e colorida, obteve-se como resultado, a imagem digital colorida dos limites da Bacia do Ribeirão Quilombo.

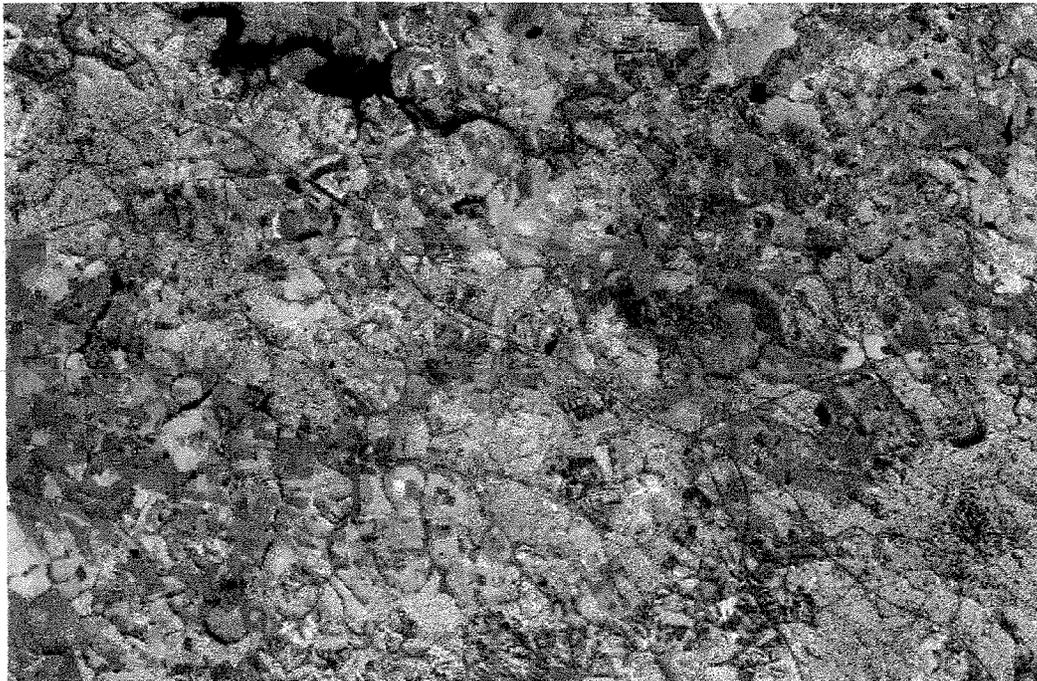


Figura 5.7 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Bandas 3, 4, 5.

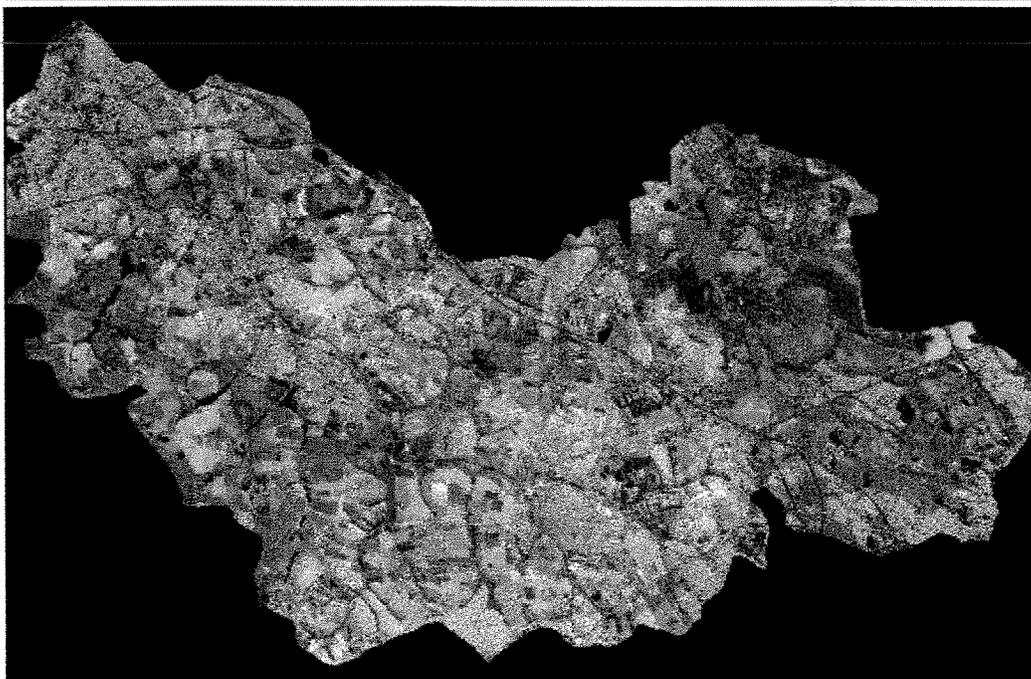


Figura 5.8 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia do Ribeirão Quilombo.

Por meio do Processamento Digital de Imagem foi possível a identificação automática dos principais cursos d'água, conforme Figura 5.9 e 5.10. Porém, nem todos os corpos d'água são identificados por esse procedimento, sendo necessário, com o auxílio de cartas planialtimétricas, em escalas apropriadas, complementar essas informações. Para esse procedimento foi necessário realizar a digitalização de todos os rios e afluentes não identificados a priori, conforme Figura 5.11 e 5.12. O procedimento de digitalização manual dos corpos d'água associou informações contidas em cartas planialtimétricas na escala 1:50.000 e 1:10.000, sendo que no território da cidade de Americana, adotou-se cartas na escala 1:2.000, além de um minucioso acompanhamento in loco.

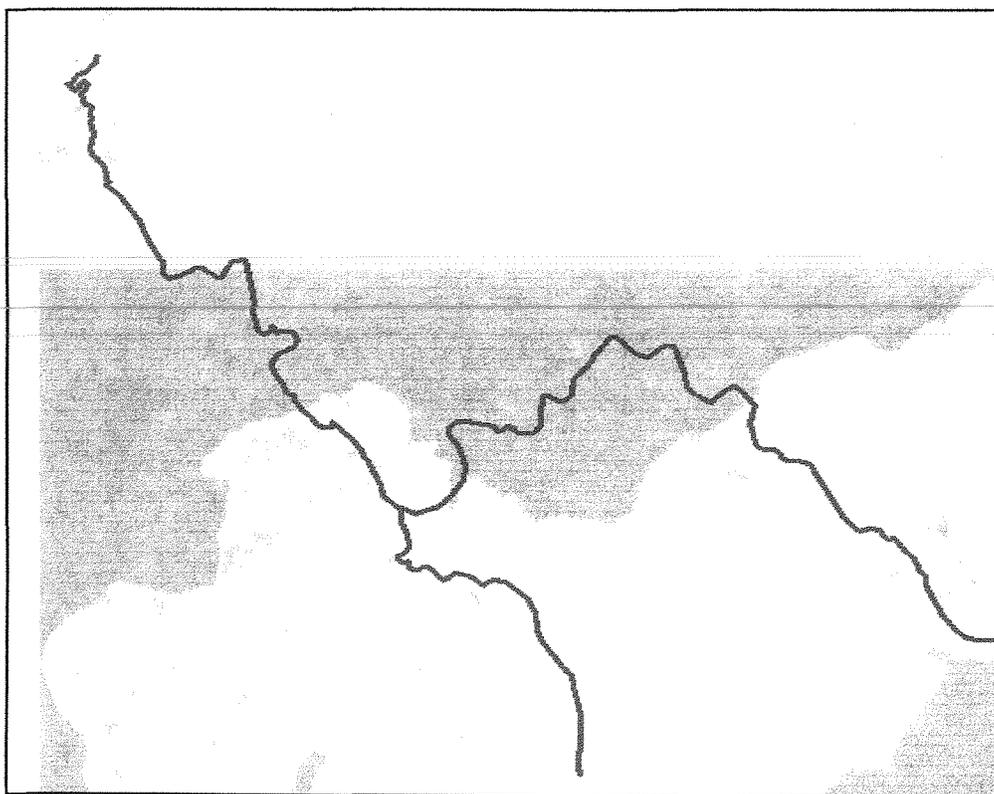


Figura 5.9 – Identificação automática dos principais cursos d'água.

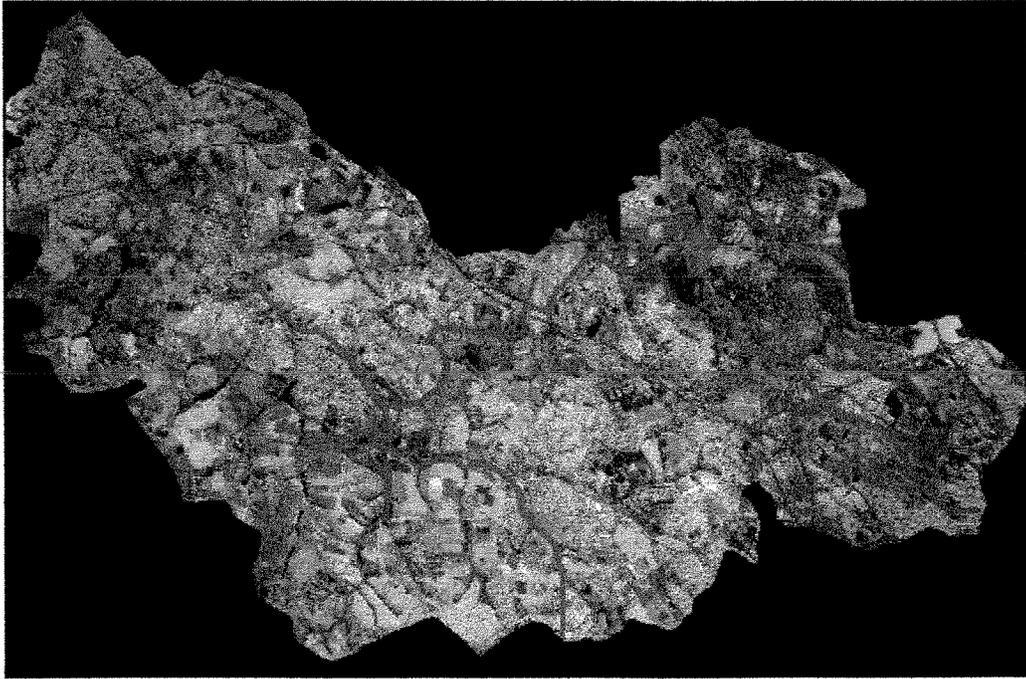


Figura 5.10 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo. Identificação automática dos principais cursos d'água.

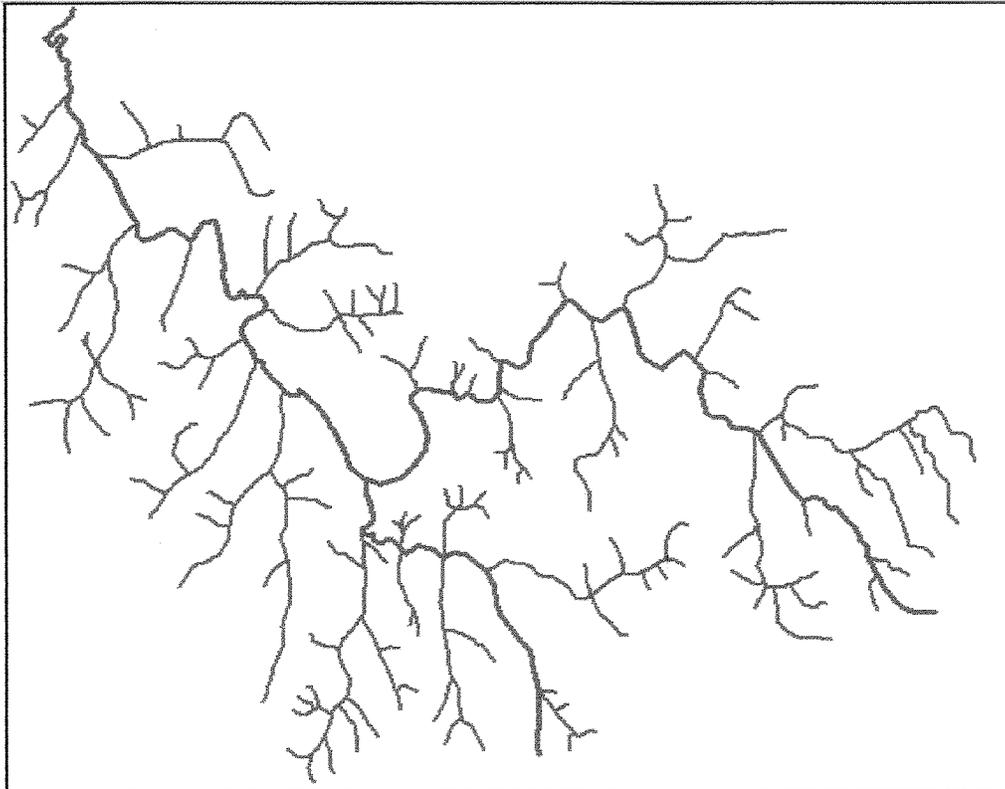


Figura 5.11 – identificação automática dos principais cursos d'água. Rios e afluentes

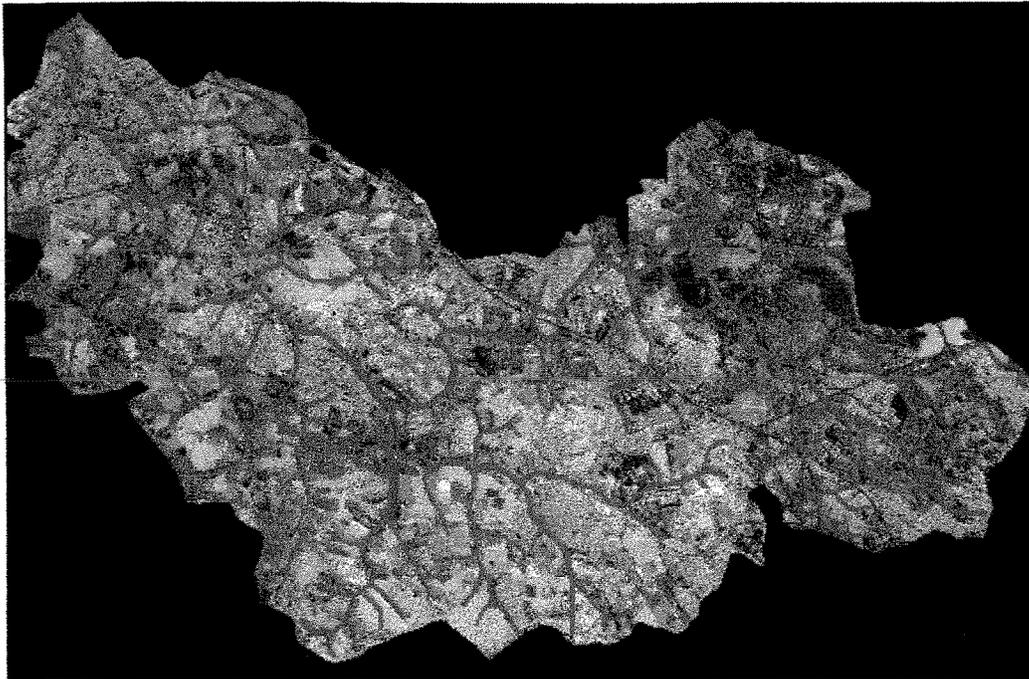


Figura 5.12 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo. Identificação automática dos principais cursos d’água. Rios e Afluentes.

Correção geométrica da imagem em estudo: Para realizar as operações desejadas na obtenção dos resultados almejados com relação aos objetivos que o trabalho se destina, foi necessário executar a correção geométrica da imagem em estudo. Assim sendo, foram feitos os seguintes procedimentos e operações:

- Com a imagem RGB 345, foram demarcados os pontos de fácil identificação tais como cruzamento de estradas, rodovias, ferrovias e pontes, facilmente identificados tanto na imagem como “in loco”;
- Com a utilização de aparelho GPS (*Global Position System*) para identificação das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) “in loco”, adotou-se o *datum* Córrego Alegre, fuso 23;
- Com os pontos obtidos através do GPS e os mesmos identificados na imagem foi criado um arquivo de correspondência usado para correlacionar com imagem colorida e assim obter uma imagem colorida geo-referenciada. Conforme Figura 5.13

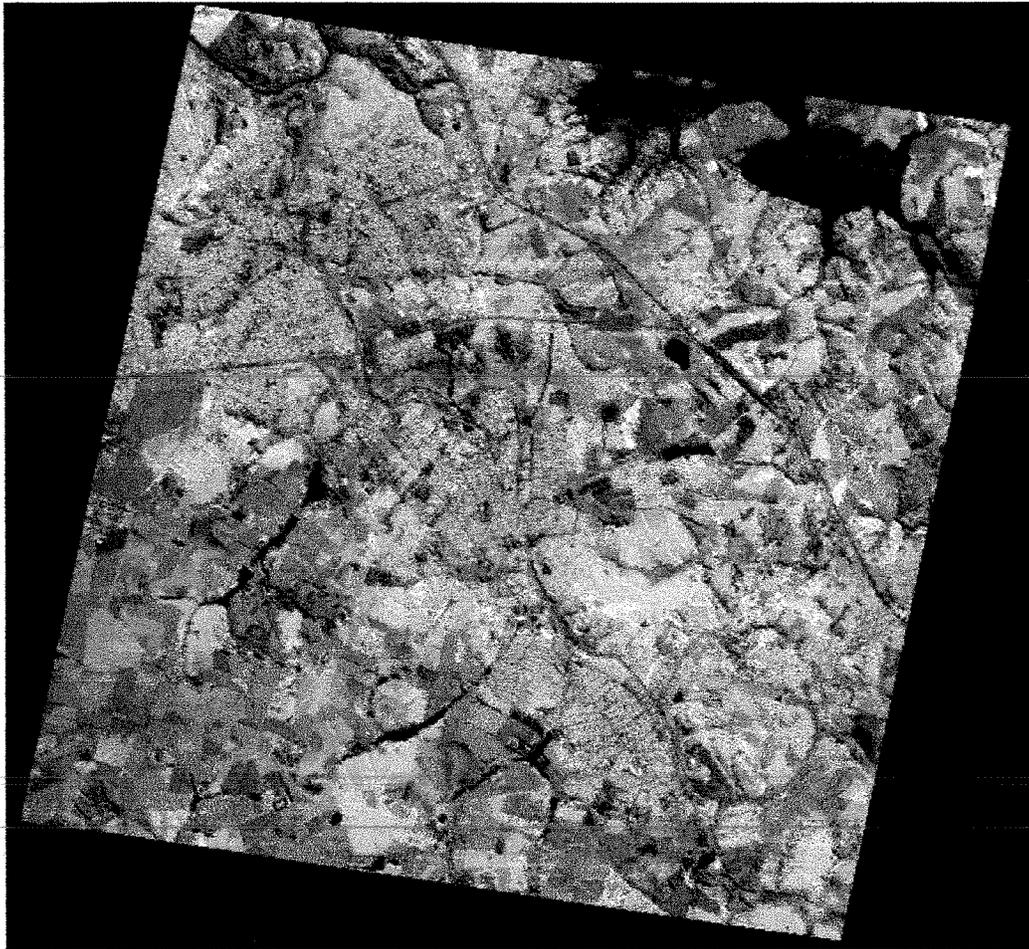


Figura 5.13 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida geo-referenciada

A Imagem Colorida RGB 345 geo-referenciada foi utilizada para delimitação da cidade de Americana, conforme Figura 5.14 e 5.15 dentro da Bacia do Ribeirão Quilombo, assim como, a digitalização dos cursos d'água do Ribeirão Quilombo, na cidade de Americana e seus principais afluentes: Córrego Recanto, Pyles, Parque, Galo e Angélica, conforme Figura 5.16.

Para realização das etapas seguintes do projeto, foi utilizado o procedimento de manipulação dos dados obtidos até esta fase como também feita a interação com informações do banco de dados vetoriais coletados junto ao Departamento de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Americana, conforme Figura 5.17. Este banco de dados consiste de um conjunto de Mapas Temáticos que possuem entidades geográficas posicionadas de acordo com coordenadas UTM, possibilitando então uma obtenção dos resultados desejados com maior precisão.

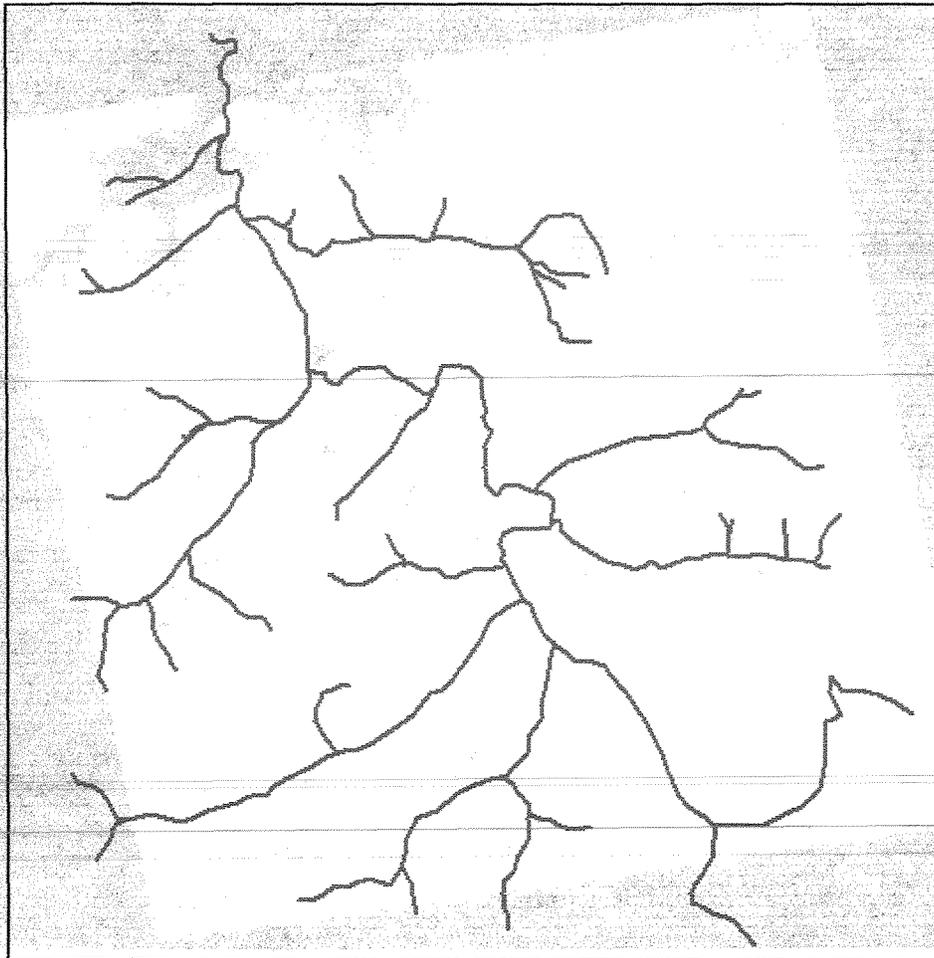


Figura 5.14 – Identificação automática dos principais cursos d'água. Ribeirão Quilombo e seus afluentes.

A ligação entre as informações cadastrais obtidas junto às Prefeituras Municipais envolvidas e as imagens digitais processadas foi realizada por meio de *software* de Sistema de Informação Geográfica.

Como este trabalho se destina a elaboração de Diretrizes Básicas para a elaboração de diagnósticos para a elaboração do Plano de Drenagem Urbana da cidade de Americana, o SIG a ser utilizado foi o mesmo que a Prefeitura de Americana adota que é o DBMAPA. É proposta que o banco de dados gerados por este trabalho seja utilizado pela Administração Pública Municipal, onde está disponibilizado.

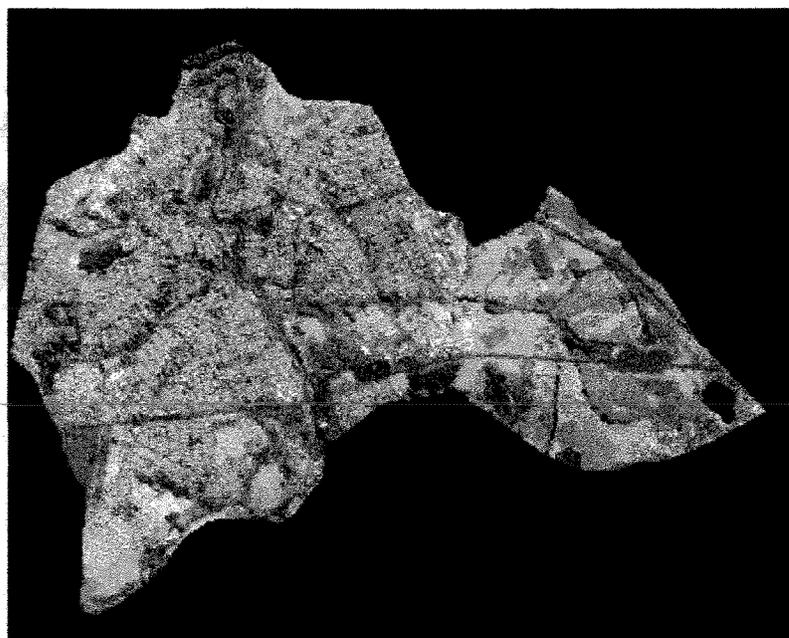


Figura 5.15 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo na cidade de Americana.

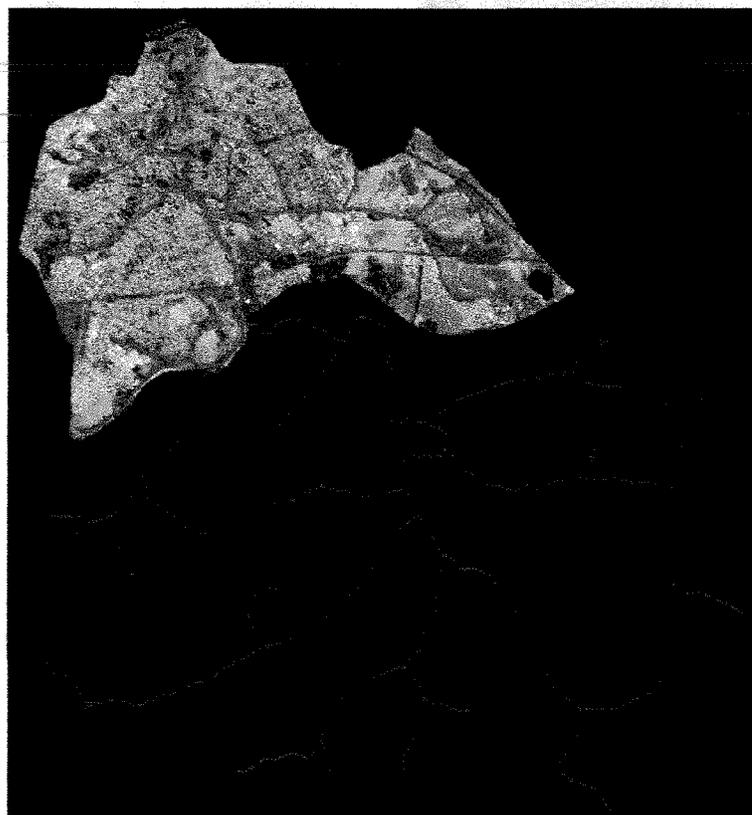


Figura 5.16 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida – Delimitação Bacia Ribeirão Quilombo na cidade de Americana. Identificação automática dos principais cursos d'água - Ribeirão Quilombo e Afluentes.



Figura 5.17 – Imagem de satélite LANDSAT™ – Imagem colorida geo-referenciada com interação com informações do banco de dados vetoriais coletados junto ao Departamento de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Americana

5.1.2 Produção do material cartográfico

Foram produzidos mapas temáticos, elaborados sob mapas-base e em papel transparente (poliéster), e submetidos, a tratamento digital, em escalas 1:60.000, 1:50.000, 1:25.000 e 1:10.000. Esses foram mapas temáticos intermediários, desenvolvidos para análise no trabalho, bem como as fontes de informações, referências, objetivos das cartas e escalas utilizadas. Para utilização em Sistemas de Informação Geográfica – SIG além do Processamento Digital de Imagens de

Sensoriamento Remoto foram adotados outros bancos de dados complementares, pertencentes aos arquivos das Prefeituras Municipais de Americana, Nova Odessa, Campinas, Sumaré, Hortolândia, como também provenientes do DAEE-SP, IBGE, CPFL, entre outras fontes.

5.1.3 Levantamento de dados específicos sobre os recursos hídricos

Para se obter o levantamento de dados específico sobre a água serão necessário dois tipos de dados: hidrológicos fluviográficos/fluviométricos e hidrológicos pluviográficos/pluviométricos.

5.1.3.1 Dados hidrológicos fluviométricos/fluviográficos

A bacia hidrográfica do ribeirão Quilombo não possui posto fluviométrico mantido pelo DAEE-SP. O posto fluviométrico do DAEE-SP mais próximo existente possui o nome de Carioba, código DAEE 4D-010 e DNAEE 62695000, localizado na cidade de Americana-SP, lat. 22°42'37", long. 47°19'22", no rio Piracicaba, a jusante da foz do ribeirão Quilombo, cuja série histórica abrange o período de 1929 a 1979, totalizando 49 anos de medições, conforme ilustrados pelas Figuras 5.18 e 5.19.

Os dados hidrológicos fluviométricos que haviam sido registrados pela operação da Pequena Central Hidroelétrica de Carioba (PCH-Carioba), administrada pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), foram totalmente perdidos com a privatização da PCH. Com a inexistência dessas informações não é possível a recuperação das séries históricas vertidas e turbinadas pela PCH-Carioba. Assim sendo, as vazões de projeto, neste trabalho, serão geradas por um modelo determinístico presente no programa ABC4 o Hidrograma Urbano de Santa Bárbara,

para 10 períodos de retorno, dos quais 9 estão compreendidos entre de 1.11 a 10.00 anos e um igual a 100 anos

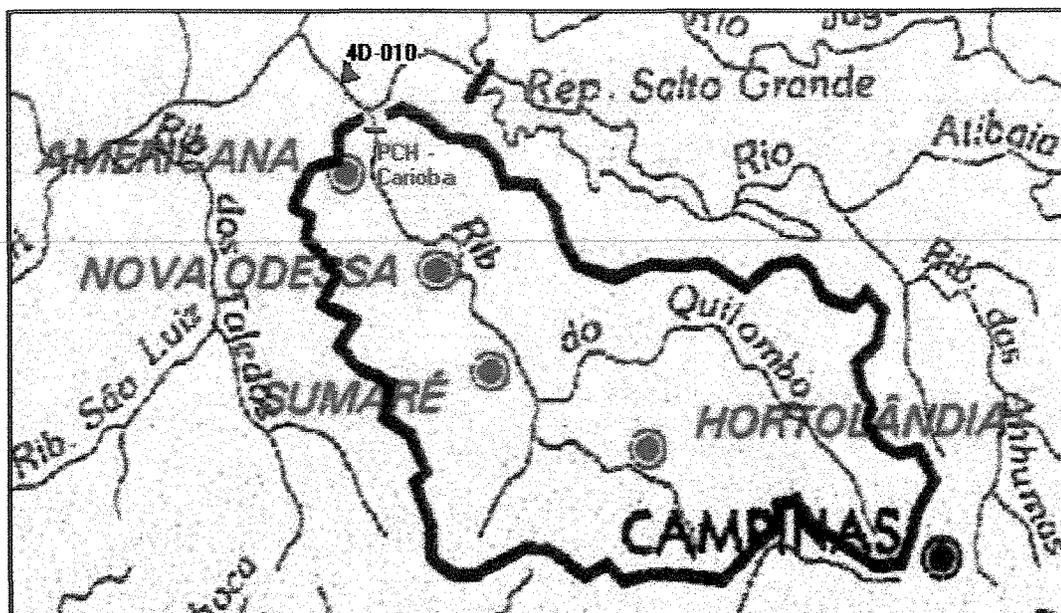


Figura 5.18 – Localização do posto fluviométrico D4-010 e da PCH – Carioba no Município de Americana/SP.

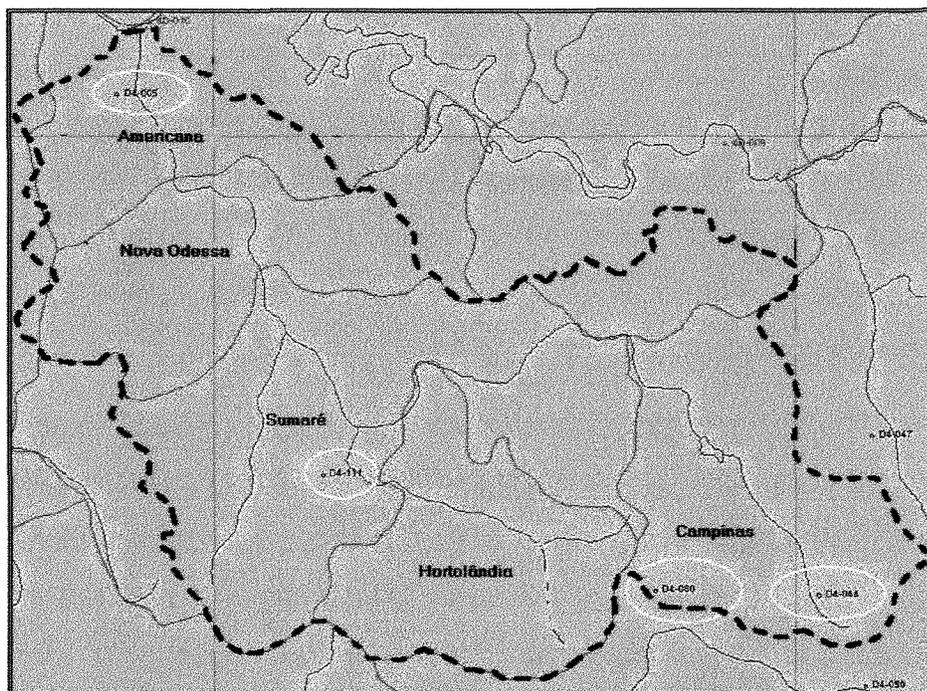


Figura 5.19 – Localização dos postos pluviométricos no município de Americana, Sumaré e Campinas. Fonte: DAEE-SP (CD-Regionalização Hidrológica do estado de São Paulo).

5.1.3.2 Dados hidrológicos pluviométricos/pluviográficos

A PCH de Carioba, atualmente administrada pela CPFL, não possui mais qualquer registro das vazões turbinadas e/ou vertidas. Os dados antigos poderiam representar uma realidade diferente da atual, pois nesses últimos 30 anos a bacia do ribeirão Quilombo sofreu grande modificação em seu uso e ocupação do solo por meio da grande urbanização da região. A bacia do ribeirão Quilombo possui, no entanto, 4 postos pluviométricos mantidos pelo DAEE-SP (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo). Os postos pluviométricos são:

- D4-111, com 9 anos de série histórica compreendendo o período de 1988 a 1997, instalado no município de Sumaré SP, cuja altitude é de 540,00 m, lat. 22°51', long. 47°14'.
- D4-080, com 18 anos de série histórica, compreendendo o período de 1947 a 1965, instalado no município de Campinas SP, cuja altitude é de 660,00 m, lat. 22°53', long. 47°09'. Este posto situa-se próximo à cabeceira do ribeirão Jacuba, um dos formadores do ribeirão Quilombo.
- D4-005, com 35 anos de série histórica compreendendo o período de 1936 a 1971, instalado no município de Americana SP, cuja altitude é de 530,00 m, lat. 22°44', long. 47°20'. Localiza-se na margem direita do rio Piracicaba, fora da bacia hidrográfica do ribeirão Quilombo;
- D4-044, este posto possui uma série história de 56 anos compreendendo o período de 1941 a 1997, localizando-se na parte mais alta da bacia a uma altitude de 710 m, lat. 22°53' e long. 47°04'.

Levantamento dos dados de 04 postos pluviométricos operados pelo DAEE situados na bacia do Ribeirão Quilombo.

A série de dados de precipitações são disponíveis desde 1988/1997, 1947/1965, 1936/1971 e 1941/1997 conhecidas suas médias precipitações diárias, mensais máximas, médias e mínimas.

A área da bacia do rio em estudo é de pequena dimensão (380 Km²), parte da bacia é ocupada por pequenas propriedades rurais, e a zona urbana possui graus de ocupação variáveis - baixa, moderada, grande e intensa ocupação.

Essas duas características somadas indicam, qualitativamente, uma tendência a fenômenos acentuados de cheias caso não existissem áreas planas e alagáveis na várzea do rio e de seus afluentes, que amortecem os picos das enchentes.

Como não se dispões de dados pluviográficos, as precipitações para durações inferiores a 1 dia foram obtidos por meio dos coeficientes de transformação chuva diária para chuvas de 24 h (WEISS, 1964) e posterior utilização dos coeficientes de transformação de chuvas de 24 horas em chuvas de menor duração (GENOVEZ et al, 1994), conforme discutido na revisão bibliográfica, somente para as bacias com tempos de concentração superiores a 2 horas. Para as bacias cujos tempos de concentração são inferiores a 2 horas, foi utilizada a equação de chuva de Campinas apresentada por VIEIRA (1981). Optou-se por utilizar os coeficientes de relação de chuvas de diferentes durações propostos por GENOVEZ et al. (1994), pois esses foram obtidos de postos no estado de São Paulo, enquanto que os coeficientes propostos pelo DNOS representam uma média nacional, que possuem diferentes características climatológicas.

Para as bacias cujas as áreas são superiores a 25 Km² também foi utilizado o coeficiente de abatimento ponto-área, conforme discutido no **capítulo 3**, sub-item **3.5.1.3 abatimento ponto – área**.

Para o cálculo da precipitação excedente, neste trabalho, foi adotado o modelo hidrológico de infiltração proposto por Horton por ser o modelo de infiltração de maior rigor técnico existente no modelo ABC4. Quanto ao tipo de solo, a região em que está localizada a bacia do ribeirão Quilombo pode ser identificada como pertencente ao GRUPO A. Os agrupamentos de solos segundo as qualidades características e resistência à erosão. Observa-se que a cultura predominante, desta região, é a plantação em linha (cultivo da cana-de-açúcar) com defesas contra a erosão e médias condições de infiltração “C” (Curva de nível). Neste caso, a curva de infiltração adotada para todas as sub-bacias da bacia do ribeirão Quilombo foi a curva “A”, em que $f_0 = 250,00$ mm/h; $f_c = 25$ mm/h; k (h⁻¹) = 2 e $F = 85$ mm.

5.2 - Vazões de projeto para a macro drenagem

A bacia do ribeirão Quilombo em Americana - SP, possui dados pluviométricos de longo período, porém como nesse período de coleta de dados corresponde aos últimos 60 anos. Nesses últimos 60 anos observou-se uma grande alteração da ocupação da bacia, que passou de rural para urbana.

O método hidrológico de determinação de vazões que foi utilizado neste trabalho teve por finalidade uma estimativa preliminar dessas vazões, visto que, o estudo realizado pelo DAEE-SP, para a bacia do ribeirão Quilombo, parece ter superestimado essas vazões. O trabalho do DAEE-SP citou o posto fluviométrico 4D-010, como pertencente a bacia do rio Quilombo, porém esse posto mede as vazões do rio Piracicaba a jusante da foz do ribeirão Quilombo, cuja área é muito superior a da bacia do ribeirão do Quilombo.

Foi utilizado o método determinístico do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara (SBHU), método desenvolvido para áreas urbanas, que considera que o período de retorno das vazões são iguais aos das precipitações que as geraram.

Não é escopo deste trabalho a realização de dimensionamento hidráulico da macro drenagem, porém será estimada somente a ordem de grandeza dessas vazões. Para a realização de projetos hidráulicos, em futuras fases de detalhamento de projetos, será necessário estudos complementares e mais elaborados para uma melhor previsão das vazões de projeto.

5.3 - Diretrizes para o Plano Diretor Preventivo (DPDP)

A primeira linha de trabalho refere-se à definição das Diretrizes para o Plano Diretor Preventivo (DPDP), usadas como instrumento na preservação de problemas advindos do desenvolvimento urbano, como guia para estudo do desenvolvimento geral

da bacia. O emprego dessas Diretrizes é útil, sobretudo, nas áreas próximas à cidade que começaram a se desenvolver, ou onde os cursos d'água foram deixados livres.

5.4 - Diretrizes para o Plano Diretor Corretivo (DPDC)

A segunda linha refere-se ao estabelecimento das Diretrizes do Plano Diretor Corretivo (DPDC), usadas em áreas da bacia já inteiramente desenvolvidas, ou onde existam situações críticas, servindo-se delas para definir, com precisão, os melhoramentos necessários à correção de problemas existentes e indesejáveis. Em ambos os tipos de Diretrizes para o Planejamento, nem só a análise custo - benefício tem papel importante. A DPDC poderá indicar várias soluções alternativas e a análise multicriterial poderá ser utilizada para obter a solução de melhor compromisso.

Na análise a DPDC, em geral, já existe o problema e o custo da solução é comparado com o custo potencial dos danos produzidos por vazões extras aos leitos, para ser decidido ou fixado o limite de despesas que pode ser admitido no estudo da solução do problema. O conduto não poderia ser dimensionado para a máxima cheia, pois, segundo a observação "toda cheia que ocorre, por maior que seja, pode ser ultrapassada". Assim, o período de retorno a ser admitido no dimensionamento do conduto depende do nível de risco a ser admitido no projeto, consoante as peculiaridades da área a ser preservada, conforme a equação (13).

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - K)^{1/n}} \quad (13)$$

em que T_r é o tempo de retorno; K é o risco a ser assumido e n o tempo de vida útil da obra.

Em geral cada município adota um T_r para seus projetos de macro drenagem, que varia de 25 a 100 anos e para a micro drenagem de 2 a 10 anos. A cidade de Americana/SP adota 100 anos para a macro e 10 anos para a micro.

A drenagem urbana, assim como outros serviços e obras de responsabilidade dos governos municipais, devem ter o seu planejamento diretor elaborado prevendo o crescimento da urbanização a partir de características do desenvolvimento da região, principalmente sob o ponto de vista técnico. O Plano Diretor da cidade estuda tais características e estabelece restrições e indicações com o objetivo de evitar o desenvolvimento desordenado. Esse desenvolvimento poderia originar ou agravar problemas de escoamento excessivo de águas superficiais indesejáveis, ou que, no futuro, iria exigir recursos financeiros vultuosos para serem solucionados.

5.5 Estudo de Caso

O estudo de caso deste trabalho é a Bacia do Ribeirão Quilombo na cidade de Americana na região Metropolitana de Campinas.

5.5.1 Região Metropolitana

Para o sucesso das regiões Metropolitanas a consolidação da ajuda mútua é imprescindível. A maioria das grandes metrópoles extravasou seus limites administrativos, passando a ser o ponto de convergência das redes mundiais de finanças, configurando-se em uma única ordem econômica, em escala mundial.

O nascimento de grandes metrópoles e de cidades gigantes durante a segunda metade do século XX, representou uma autêntica revolução no modo de vida de seus habitantes, exigindo adaptações também na gestão das cidades.

Nas metrópoles dos países em desenvolvimento potencializaram-se os problemas: excesso de população, dificuldade de acesso à moradia, carência de emprego, de infra-estrutura, congestionamentos, falta de segurança, dentre outros, e também, o agravamento dos problemas gerados pelas inundações.

O considerável crescimento, tanto da dimensão quanto das modificações da função das grandes cidades do mundo, demandou revisões de conceitos e novas definições para novas situações. A evolução tecnológica, principalmente dos meios de comunicação, permitiu a difusão de uma cultura urbana, homogeneizando os estilos de vida de muitas das metrópoles. Esta interdependência e homogeneização cultural tornaram-se o modelo de metropolitano mundial.

A Região Metropolitana de Campinas, criada em 2.000 é uma realidade que vem se concretizando a cada dia. A mesma é composta por 19 cidades, que são: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara D'Oeste, Santo Antonio de Posse, Sumaré, Valinhos, Vinhedo.

A seguir mostra-se uma visão compactada, com informações sócio-econômicas das cidades que fazem parte da Bacia do Ribeirão Quilombo.

Por meio desses dados e informações coletadas de diversas fontes, como as próprias Prefeituras Municipais, apresenta-se suas realidades e alguns dos seus principais problemas.

5.5.1.1 Cidade de Americana

O caos no Transporte intermunicipal da região que se arrasta há dois anos estará com seus dias contados se os 19 municípios constituírem na prática a Região Metropolitana de Campinas (RMC).

Muitas das mudanças cobradas pelos 2,3 milhões de habitantes da RMC são de responsabilidade do Estado, não tendo o município condições de agilizar tais reivindicações.

Existem alguns problemas que os municípios não podem resolver sozinhos, porque não é da competência deles. Só com a atuação regional, com a participação dos municípios da RMC que essas demandas podem ser solucionadas. A degradação ambiental da RMC é outra preocupação da cidade. Há necessidade da despoluição dos mananciais que cortam a região. Americana é banhada pelos rios Atibaia, Piracicaba e Quilombo, e infelizmente transformou-se em uma das cidades que mais recebem carga poluidora, principalmente das cidades de Paulínia e Campinas. Além disso, mananciais da região são muito mal utilizados pelos municípios, provocando uma escassez rápida dos recursos.

Além dos problemas ambientais, os problemas sociais se agravaram nos últimos anos. Diante de um fluxo migratório para a região durante a década passada, tornando-se indispensáveis investimentos sistemáticos nas áreas de educação, saúde e habitação. Com 182 mil habitantes, a cidade de Americana é a terceira maior da RMC.

Cidade:	Americana
Aniversário da cidade:	27 de Agosto
Nº de Vereadores:	19
Nº de Habitantes:	182.084
Nº de Eleitores:	128.262
Área:	144 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	790
Construção Civil:	203
Comerciais:	1.639
Agropecuários:	15
Serviços:	1.298

5.5.1.2 Cidade de Campinas

Com quase um milhão de habitantes, a cidade de Campinas, sede oficial da Região Metropolitana, que leva o seu nome, assume o compromisso de ser o centro catalisador do desenvolvimento de toda a área metropolizada. Ao mesmo tempo terá que superar o obstáculo criado pela expressão daquilo que pode ser considerado um paradoxo: a cidade é destaque por sua economia pujante e pólo tecnológico de primeiro mundo, mas vive o drama de apresentar problemas sociais cada vez mais profundos e alarmantes. Os problemas e os números de Campinas são realmente de metrópole. A administração municipal deve arrecadar este ano (2.000) cerca de R\$ 700 milhões, mas a dívida acumulada da prefeitura já chega a casa dos R\$ 1,5 bilhão. A economia Campineira, que é uma das maiores do Estado, representa, conforme os dados da prefeitura, 2,5% do PIB industrial e 3,5% no PIB de serviços na participação da RMC (cerca de 10% do PIB do Estado).

Em contrapartida, Campinas possui 968 mil habitantes, que representam 41,4% do total de computados de toda a RMC (2,3 milhões). Até o final do ano de 1.999, a cidade registrava uma População Economicamente Ativa (PEA) de aproximadamente 480 mil trabalhadores. Destes, cerca de 80 mil (16,7% da PEA) estavam desempregados. No entanto, a renda per capita do campineiro é praticamente o dobro da média registrada em todo país.

Além da falta de emprego, o município também apresenta um déficit habitacional estimado em 40 mil moradias, sendo que este número pode chegar a 60 mil unidades.

Não é em vão que, a maior ocupação de área urbana da América Latina, localizada nas comunidades do Parque Oziel e Jardim Monte Cristo - pertencem a Cidade de Campinas.

A infra-estrutura da cidade comporta, conforme dados de 2000 da Prefeitura e da ACIC, 26 hospitais, 42 postos de saúde, cinco universidades, 310 estabelecimentos de ensino (estaduais e municipais), 1.812 indústrias e 7.762 postos comerciais. Todo

esse arsenal econômico-social somado também possui a maior área dentre todas as 19 cidades, ou seja: 887 Km².

Cidade:	Campinas
Aniversário da cidade:	14 de julho
Nº de Vereadores:	21
Nº de Habitantes:	967.921
Nº de Eleitores:	624.527
Área:	887 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	1.812
Construção Civil:	847
Comerciais:	7.762
Agropecuários:	306
Serviços:	9.011

5.5.1.3 Cidade de Hortolândia

Com a menor área da Região Metropolitana de Campinas (RMC) - 62 Km², quase o mesmo território de Nova Odessa, Hortolândia se caracteriza por um potencial industrial bastante consolidado. Segundo dados do ano passados, apresentados pela Associação Comercial e Industrial de Campinas (ACIC), são 121 estabelecimentos, garantindo empregos tanto para seus moradores quanto para os de cidades vizinhas. Hortolândia abriga quase 152 mil habitantes e conta com uma renda per capita de US\$

8,4 mil, ultrapassando cidades importantes como Sumaré, que abriga quase 50 mil pessoas a mais.

Cidade:	Hortolândia
Aniversário da cidade:	19 de maio
Nº de Vereadores:	11
Nº de Habitantes:	151.669
Nº de Eleitores:	74.326
Área:	62 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	121
Construção Civil:	45
Comerciais:	290
Agropecuários:	24
Serviços:	175

5.5.1.4 Cidade de Nova Odessa

Um dos principais objetivos de Nova Odessa com a implementação da Região Metropolitana de Campinas (RMC) é resolver a questão do desemprego, atraindo novas empresas criando frentes de trabalho para a população.

Outra preocupação do município era a rota de fuga do pedágio no Km 118 da rodovia Anhanguera.

A passagem constante de veículos pesados pelo município obrigou a cidade a instalar cabines de cobrança de pedágio nas entradas do município. Nova Odessa ocupa o oitavo lugar em renda per capita entre os municípios da RMC.

A cidade conta hoje com 36 estabelecimentos de ensino, dos quais cinco escolas Estaduais, oito de ensino fundamental, três escolas particulares, entre outros. O município possui 42 mil habitantes, dos quais 28.2 mil são eleitores.

Destaca-se também a produção agro-industrial, contando com 22 estabelecimentos nessa área.

Cidade:	Nova Odessa
Aniversário da cidade:	24 de Maio
Nº de Vereadores:	15
Nº de Habitantes:	42.066
Nº de Eleitores:	28.252
Área:	62 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	167
Construção Civil:	21
Comerciais:	212
Agropecuários:	22
Serviços:	133

5.5.1.5 Cidade de Paulínia

Maior autonomia e efetiva participação dos 19 municípios na implantação da Região Metropolitana de Campinas (RMC). É o que Paulínia deseja. O município que abriga a Refinaria do Planalto (REPLAN).

Com tamanho poderio econômico, fato que dá voz à cidade, Paulínia espera o mínimo de reconhecimento em relação à importância das cidades da região.

Basta verificar os dados oficiais do governo do Estado de São Paulo para se detectar a coerência na posição do município. A RMC arrecada 8,1% do ICMS do Estado. Nesse contexto, Paulínia é a segunda cidade que mais arrecada na região, sendo responsável por 1,7% do total estadual, perdendo apenas para Campinas.

Cidade:	Paulínia
Aniversário da cidade:	28 de Fevereiro
Nº de Vereadores:	15
Nº de Habitantes:	51.242
Nº de Eleitores:	37.397
Área:	145 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	113
Construção Civil:	61
Comerciais:	437
Agropecuários:	35
Serviços:	333

5.5.1.6 Cidade de Santa Bárbara D'Oeste

Quando se ouve falar nas cidades do interior do estado de São Paulo, mesmo para quem mora aqui na região, a primeira lembrança que vem na memória remete àquelas cidades bem pitorescas, onde todas as pessoas se conhecem pelo nome. No caso específico de Santa Bárbara D'Oeste, com quase de 170 mil habitantes, essa imagem deixa de ser tão característica, e pode estar se tornando cada vez mais rara. Os dados da indústria acompanham o crescimento da cidade. São 613 estabelecimentos e dois segmentos que se destacam bastante: o têxtil e o de vestuário e confecção. Com uma área industrial significativa, Santa Bárbara tem um papel importante na RMC. Fechando o ciclo de desenvolvimento do município, que cada vez se consolida, Santa Bárbara também abriga um dos campos da UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba.

Cidade:	Santa Bárbara D'oeste
Aniversário da cidade:	04 de Dezembro
Nº de Vereadores:	19
Nº de Habitantes:	169.735
Nº de Eleitores:	97.549
Área:	270 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	451
Construção Civil:	44
Comerciais:	886
Agropecuários:	28
Serviços:	424

5.5.1.7 Cidade de Sumaré

Caracterizada por uma vocação econômica essencialmente agrícola e industrial, Sumaré tem muito a contribuir com a Região Metropolitana de Campinas. Apesar de ser conhecida como cidade orquídea, a atividade econômica mais importante do município é o cultivo de tomate, sendo o produto exportado para países do Mercosul. Porém nos últimos anos, no caminho que leva à cidade é muito mais difícil enxergar paisagens tão naturais. Às margens da rodovia Anhanguera, o que se vê são indústrias nacionais e multinacionais, de segmentos variados, ajudando a compor o cenário atual. O processo de industrialização iniciado nos anos 50 propiciou não só o desenvolvimento econômico do município, como também o aumento populacional, contando hoje com 196 mil habitantes. Além de um parque industrial sedimentado, Sumaré tem também um grande setor comercial, ocupando o quarto lugar entre os municípios da RMC.

Cidade:	Sumaré
Aniversário da cidade:	26 de Julho
Nº de Vereadores:	13
Nº de Habitantes:	196.055
Nº de Eleitores:	107.202
Área:	164 Km ²
Estabelecimentos	
Industriais:	259
Construção Civil:	89
Comerciais:	711
Agropecuários:	55
Serviços:	398

5.5.2 Americana-SP – Cidade entre rios

A cidade de Americana está localizada entre os meridianos 47°15' e 47°30' e latitude 22°35' e 22°41'. Distancia-se da cidade de São Paulo em 124 Km por rodovia e 142 Km por ferrovia, possui um território de 133,9 Km², dos quais 97,4 Km² em área urbana e 27,5 Km² não urbanizado e 9 Km² inundados por lagos de represas. A população de 182.084 habitantes, sendo 1.360 habitante p/ Km², dos quais 99,9 % residindo na zona urbana e 0,1% na zona rural, IBGE (2000). A cidade é predominantemente industrial com um parque industrial diversificado com ênfase para a indústria têxtil. O clima é tropical em toda a região, e a drenagem principal ocorre através do Rio Piracicaba e seus afluentes: os rios Jaguari, Atibaia e o Ribeirão Quilombo. A Figura 5.20 localiza a cidade de Americana no estado de São Paulo e na Região Metropolitana de Campinas (RMC).

Os primeiros registros sobre a ocupação da cidade de Americana e de seu território datam do final do século XVIII e fazem menção a Antônio Machado de Campos, Antônio de Sampaio Ferraz, Francisco de São Paulo e André de Campos Furquim, que se estabeleceram nas terras de Salto Grande, distribuídas ao longo das margens dos rios Atibaia e Jaguari, afluentes do Rio Piracicaba. Cultivavam cana de açúcar e fabricavam aguardente. Na Segunda metade do século XIX, crescia o plantio de café e em seguida o de algodão, juntamente com as famosas melancias. Para melhor elucidar esta época, a seguir apresenta-se através das Planta A e B da Cidade de Americana, que fazem parte do acervo histórico da Prefeitura Municipal da mesma. Observar o original curso do Ribeirão Quilombo. (Fonte: Centro de Memória Histórica da Prefeitura Municipal de Americana).

A construção da Companhia Paulista de Estrada de Ferro, iniciativa dos fazendeiros de café da região, facilitava o escoamento desses produtos regionais. Nesse período, com o loteamento de terras ao redor da estação, pelo Capitão Ignácio Corrêa Pacheco, formou-se o 1º Núcleo Urbano. A estação de Santa Bárbara, como se chamava no início, teve sua inauguração em 27 de agosto de 1875, com a presença de D. Pedro II, GOBBO (1999).

Tabela 5.1 – Relação de quadros com informações sócio-econômicas da Cidade de Americana – SP (Fonte: Informativo Sócio – Econômico de Americana, número 16, ano base 1.999 editado em 2.000).

Relação	Designação dos Quadros
Quadro 8.1	Dados com as características gerais da Cidade de Americana
Quadro 8.2	Demonstrativo dos dados populacionais da Cidade de Americana
Quadro 8.3	Demonstrativo da densidade demográfica da área urbana do Município
Quadro 8.4	Dados Climáticos. Temperatura Média Máxima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP
Quadro 8.5	Dados Climáticos. Temperatura Média Mínima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP
Quadro 8.6	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias anuais.
Quadro 8.7	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias mensais
Quadro 8.8	Dados sobre a precipitação Pluvial (em mm)
Quadro 8.9	Gráfico demonstrativo da precipitação anual (em mm)
Quadro 8.10	Precipitação Pluvial (em mm). Período de 1.975 a 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana
Quadro 8.11	Precipitação Pluvial (em mm). No ano de 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana
Quadro 8.12	Gráfico com as precipitações pluviais mensais (em mm)
Quadro 8.13	Gráfico com as precipitações pluviais anuais (em mm)
Quadro 8.14	Dados Meteorológicos. Alturas Diárias de Chuva
Quadro 8.15	Dados sobre abastecimento de água
Quadro 8.16	Energia Elétrica. Consumo Mensal e Anual (em KW/H). Gráfico demonstrativo do consumo em 1.999
Quadro 8.17	Atividades realizadas junto a CETESB nos anos de 1.997, 1.998 e 1.999
Quadro 8.18	Licenças Ambientais emitidas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor

Quadro 8.19	Penalidades aplicadas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor
Quadro 8.20	Receita Municipal, em R\$. – Participação percentual
Quadro 8.21	Demonstrativo da Receita Municipal, arrecadação do ICMS
Quadro 8.22	Demonstrativo da arrecadação dos Impostos Federais

Estes Quadros são apresentados no **Anexo 1**

5.5.3 O Ribeirão Quilombo

O Ribeirão Quilombo, afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba está situado na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI-5), pertencente à Diretoria de Bacia do Médio Tietê (BMT) do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo possui uma área de drenagem de aproximadamente 380 km², englobando as cidades de Americana, Nova Odessa, Sumaré, Hortolândia e parte dos municípios de Paulínia e Campinas à montante. O aglomeramento urbano envolve uma população estimada de 740.000 habitantes, desconsiderando-se, neste caso, a população da cidade de Campinas. A previsão para o ano 2010, deverá atingir uma população estimada em 870.000 habitantes.

Americana pertence a “Região Metropolitana de Campinas” compondo os municípios de Americana, Arthur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara D’Oeste, Santo Antonio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo. Sendo que estas cidades relatadas participarão como porta de entrada do Mercosul - Hidrovia Tietê- Paraná.

O Ribeirão Quilombo, atualmente, é campeão nas estatísticas de cursos d’água mais poluídos, pois recebe aproximadamente 8.000 kg DBO/dia em detritos industriais, enquanto o rio Atibaia, muito mais volumoso, recebe 6.000 kg DBO/dia.

O Ribeirão Quilombo corta todo o território da cidade de Americana, sua nascente localiza-se na Cidade de Campinas no Bairro Chapadão, Clube Andorinhas. É formado pelos Córregos Chapadão, Boa Vista e Santa Elisa na cidade de Campinas. A foz está localizada na cidade de Americana no Bairro Carioba e desaguando no Rio Piracicaba. O Ribeirão Quilombo corta os territórios de Sumaré, Hortolândia, Nova Odessa, recebendo a contribuição de outros tributários, em sua maioria urbanos, com o comprimento do talvegue principal da ordem de 53 km. A profundidade média varia de 2,00 a 4,00 metros e a largura varia de 8,00 a 12,00 metros. Observa-se nos dados referentes à largura uma variação considerável devido às diversas retificações e desassoreamentos ao longo destes anos. O seu principal afluente é o Ribeirão Jacuba ou Hortolândia, que atravessa a cidade de Hortolândia. Destaca-se dentro do território da cidade de Americana os seguintes Córregos: Recanto, Parque, Pyles, Galo e Angélica. A Figura 5.21 localiza o ribeirão Quilombo na bacia do rio Piracicaba.

A cidade de Americana, assim como outras grandes cidades do país atualmente, sofre com o problema de enchentes. Esses problemas ocorrem por que a partir das décadas de 50 e 60, mas, principalmente, na década de 70, houve uma expressiva migração da população rural para as áreas urbanas, atraídas, principalmente, pelas melhores condições e facilidades das cidades em relação às oferecidas pelo campo. Nesse contexto, a ocupação urbana ocorre de forma acelerada e desordenada. A administração pública, através do oferecimento da infraestrutura urbana, não consegue acompanhar esse desenvolvimento na mesma velocidade,

provocando o colapso de alguns serviços públicos de infraestrutura, tais como: abastecimento de água potável, sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos/industriais, coleta de lixo, eletrificação, telefonia, saúde e educação. Na década de setenta, após o primeiro choque do petróleo, agrava-se a situação do país em relação ao dinheiro fácil (crédito internacional), que se vê endividado e sem recursos para novos investimentos nas áreas acima citadas.

A drenagem urbana, parte integrante da infra-estrutura urbana, foi relegada aos últimos planos dentre as prioridades administrativas. Isso acabou por agravar o problema das enchentes urbanas, afetando principalmente as classes menos favorecidas, que procuram as áreas rejeitadas para ocupação urbana, tais como margens de rios e ribeirões, encostas de morros, etc. Essas áreas estão constantemente sujeitas a inundações ou deslizamentos de terras. No ribeirão Quilombo, isso não é exceção.

As inundações no ribeirão Quilombo em Americana são registrados, na margem esquerda, nas proximidades da Avenida Bandeirantes e viaduto Amadeu Elias, atingindo, inclusive, o campo do Torino Futebol Clube, localizado dentro da várzea não aterrada. Na margem direita, as inundações atingem a mesma avenida, porém próximo ao Centro Cívico, também localizado na várzea do ribeirão.

Os afluentes urbanos do Ribeirão Quilombo também apresentam áreas freqüentemente inundadas. No Córrego Pylles existem dois pontos de inundações mais freqüentes, um a montante da avenida Bandeirante e o outro na travessia da rua Gonçalves Dias. Nesse ponto a Prefeitura já implantou um reservatório de contenção, identificado como AM-PY2, para minimizar os efeitos das inundações. No Córrego Parque localiza-se na região central de Americana, onde estão instalados a Prefeitura e Câmara Municipal, Fórum, ou seja, uma das áreas mais nobres da cidade. Apesar disso, existem problemas nas travessias decorrentes de um dimensionamento hidráulico não mais compatível com as vazões hoje ocorrentes. Observa-se que neste córrego já foram implantados 4 reservatórios de contenção, canalização, e retificação de alguns trechos, que transferiram as enchentes para o ribeirão Quilombo a jusante.

No Córrego Galo ocorre extravasamentos no trecho canalizado, em galeria celular, nas proximidades do viaduto Abdo Najar, próximo à foz no Quilombo.

Para melhor elucidar as condições em que se encontra o Ribeirão Quilombo e seus principais afluentes nos dias de hoje, nos principais locais, nas cidades que fazem parte da sua bacia, esta dissertação apresenta por meio do **Anexo 2** descrita na Tabela 5.2, a seguir, uma coleção de fotografias que retratam a atual realidade.

Tabela 5.2 – Relação da coleção de Fotografias do Ribeirão Quilombo e de afluentes nas cidades que fazem parte da sua bacia.

Relação	Designação das Fotografias
Planta C	Planta de localização das fotografias da Bacia do Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.1	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.2	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo - Área Urbana
Fotografia 8.3	Hortolândia – Córrego Santa Clara
Fotografia 8.4	Hortolândia – Córrego Santa Clara - Ponte Santana
Fotografia 8.5	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Altura da Rua Santana
Fotografia 8.6	Hortolândia – Várzea do Ribeirão Jacuba - Perímetro Urbano fundo
Fotografia 8.7	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia da Rua Três
Fotografia 8.8	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia Estrada BS Continental
Fotografia 8.9	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Avenida Antônio Rodrigues
Fotografia 8.10	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Ponte Antônio Rodrigues
Fotografia 8.11	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Fazenda Fortaleza
Fotografia 8.12	Nova Odessa – Afluente Córrego Capuava
Fotografia 8.13	Nova Odessa – Córrego Capuava - Rua Sugesmungo Anderman
Fotografia 8.14	Nova Odessa – Córrego Capuava - Travessia Rua Sugesmungo

Parte da Fonte destas fotografias é do Rel.Sup./GTTP n.10-05/1999
Essas Fotografias são apresentadas no **Anexo 2**

Esta dissertação tem como estudo de caso a Bacia do Ribeirão Quilombo na Cidade de Americana. Para melhor representar a realidade do momento, apresenta-se por meio do **Anexo 3** descrita na Tabela 5.3, a seguir, uma coleção de fotografias específicas da bacia dentro do território de Americana.

Tabela 5.3 – Relação da coleção de Fotografias do Ribeirão Quilombo e de afluentes, específicas da bacia dentro do território de Americana.

Relação	Designação das Fotografias
Planta D	Planta de localização das fotografias da Bacia do Ribeirão Quilombo no território da Cidade de Americana
Fotografia 8.01	Córrego Parque - Travessia da rua São Salvador
Fotografia 8.02	Córrego Parque - Travessia da Avenida Brasil
Fotografia 8.03	Córrego Parque - Travessia Rua das Paineiras
Fotografia 8.04	Córrego Parque - Jusante da travessia da Rua São Salvador
Fotografia 8.05	Córrego Parque - Saída do Parque Ecológico
Fotografia 8.06	Córrego Parque - Escada de dissipação
Fotografia 8.07	Córrego Parque - Trecho canalizado
Fotografia 8.8	Córrego Parque - Rua das Palmeiras
Fotografia 8.09	Córrego Parque - Praça Ideal
Fotografia 8.10	Córrego Parque - Avenida Brasil com erosão
Fotografia 8.11	Córrego Parque - Lago do Parque Ecológico
Fotografia 8.12	Córrego Parque - Final do trecho canalizado
Fotografia 8.13	Córrego Parque - Desembocadura no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.14	Córrego Galo - Desembocadura no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.15	Ribeirão Quilombo - Rodovia SP-304

Fotografia 8.16	Ribeirão Quilombo - Margem direita
Fotografia 8.17	Ribeirão Quilombo - Várzea entre Rua V. Saciloto e Linha Férrea
Fotografia 8.18	Ribeirão Quilombo – Vista da Rodovia SP - 304
Fotografia 8.19	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba
Fotografia 8.20	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba
Fotografia 8.21	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa
Fotografia 8.22	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa
Fotografia 8.23	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo
Fotografia 8.24	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo
Fotografia 8.25	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najjar
Fotografia 8.26	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najjar
Fotografia 8.27	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.28	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.29	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.30	Córrego Pyles – Área desmatada sem proteção
Fotografia 8.31	Córrego Pyles – Parque de lazer
Fotografia 8.32	Ribeirão Quilombo - Obras de desassoreamento
Fotografia 8.33	Ribeirão Quilombo - Trecho de estreitamento
Fotografia 8.34	Ribeirão Quilombo - Área Central
Fotografia 8.35	Ribeirão Quilombo - Foz do Córrego Parque
Fotografia 8.36	Ribeirão Quilombo – Comércio irregular (ocupação clandestina)
Fotografia 8.37	Ribeirão Quilombo - Ocupação clandestina em APPA
Fotografia 8.38	Ribeirão Quilombo - Usina de Carioba
Fotografia 8.39	Córrego Angélica - Fazenda Boer

Fotografia 8.40	Córrego Angélica - Área destinada de preservação da nascente
Fotografia 8.41	Córrego Angélica – Despejo de emissário de esgoto
Fotografia 8.42	Córrego Angélica – Pequeno trecho canalizado
Fotografia 8.43	Córrego Angélica - Faixa de preservação
Fotografia 8.44	Córrego Angélica - Faixa de preservação (depósito de lixo)
Fotografia 8.45	Córrego Angélica - Avenida Nossa Senhora de Fátima
Fotografia 8.46	Córrego Angélica - Foz no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.47	Córrego Parque - Trecho canalizado
Fotografia 8.48	Córrego Parque - Trecho canalizado

Parte da Fonte destas fotografias é do Rel. Sup./GTTP n.10-05/1999
Essas Fotografias são apresentadas no **Anexo 3**

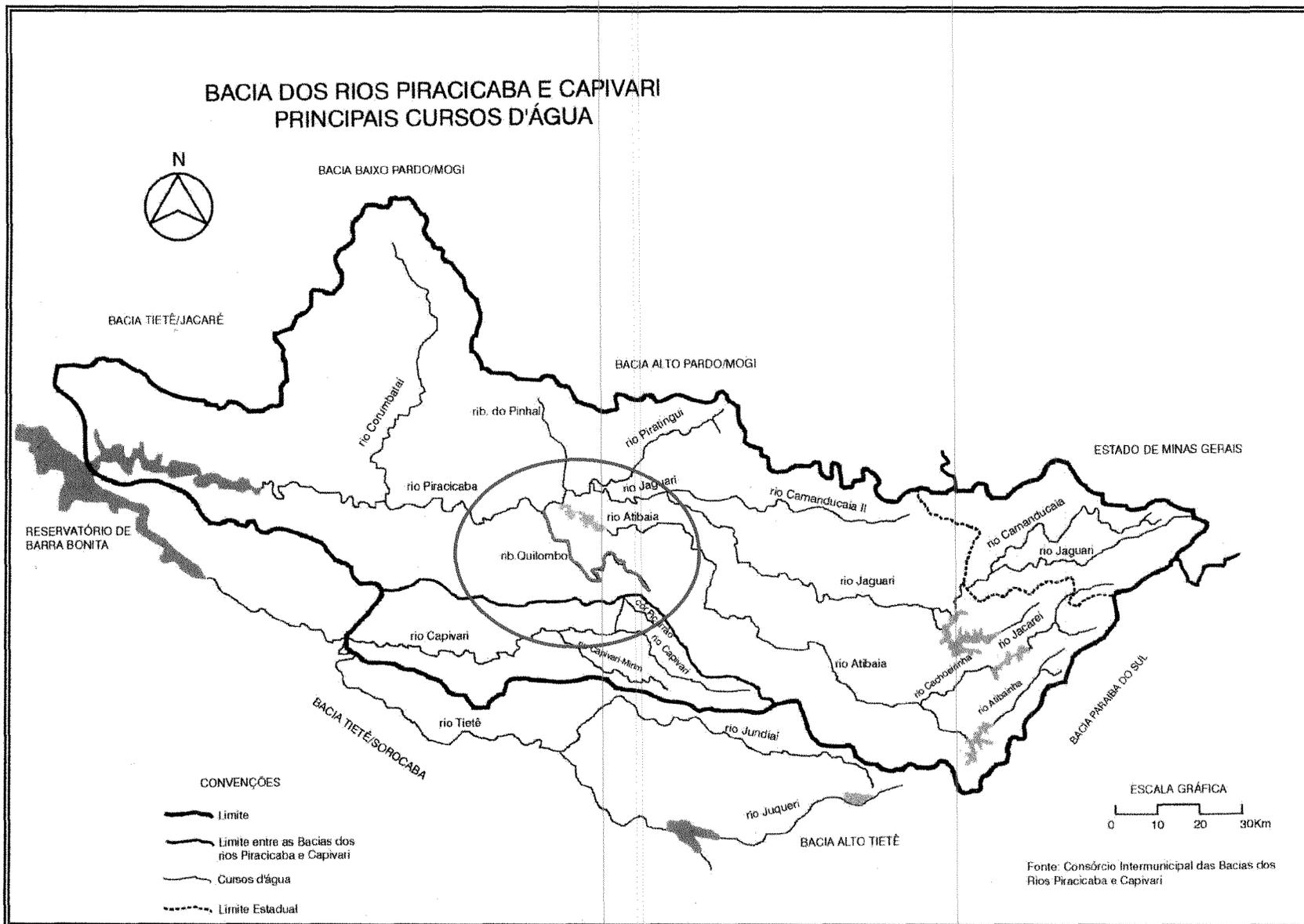


Figura 5.21 – Localização do Ribeirão Quilombo na Bacia do Rio Piracicaba.

6 Resultados e Discussão

As enchentes urbanas constituem-se num dos principais impactos negativos sobre a população urbana, tanto do ponto de vista da saúde pública quanto econômico. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural das várzeas ribeirinhas.

O primeiro impacto é causado pelo aumento do volume escoado, devido à impermeabilização do solo e conseqüente diminuição da infiltração, fazendo que uma parcela maior de chuva se transfira para fora da bacia por meio do escoamento superficial. No segundo impacto, as enchentes naturais atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, ocupação indevida ou desacreditar que o mal possa atingi-los.

Neste íterim, faz-se necessário, mesmo que aproximado, a avaliação das vazões esperadas para a macro drenagem para um período de recorrência equivalente a 100 anos. Com a magnitude dessas vazões é possível planejar a ocupação e/ou identificar as limitações dos canais de drenagem existentes e até mesmo a realização de ante-projetos para as obras de engenharia necessárias para solucionar o problema “enchente urbana”.

Como a equação de chuva de Campinas é limitada a duração de 120 minutos, ela foi utilizada somente para as bacias dos córregos Galo, Pyles e Parque, que possuem um tempo de concentração inferior a 2 horas. Para as demais bacias (Córrego

Recanto, Angélica e ribeirão Quilombo a montante e a jusante de Americana) foi utilizado os dados pluviométricos do Posto D4-005, localizado no município de Americana. Para tanto, os valores pluviométricos foram transformados em pluviográficos, segundo coeficiente de transformação chuva-diária x chuva de 24 horas proposto por WEISS (1964).

As precipitações correspondentes às durações iguais aos tempos de concentração das sub-bacias inferiores a 24 horas de duração foram obtidas pela aplicação dos coeficientes de transformação propostos por GENOVEZ et al. (1994). A esses coeficientes foi ajustada uma curva cujo coeficiente de correlação R^2 obtido foi igual a 0,9984, ou seja, a equação ajustada representou muito bem a variação dos coeficientes com a duração da chuva. A equação ajustada pode ser visualizada na Figura 6.1

Após a transformação da precipitação diária para as precipitações de menores durações, correspondentes aos tempos de concentração das sub-bacias, tratou-se, estatisticamente os valores das máximas vazões, fornecidas pelo método do hidrograma urbana de Santa Bárbara para os seguintes períodos de retorno: 1,11; 1,25; 1,43; 1,67; 2,00; 2,50; 5,00; 10,00 e 100,00. Esses T_r 's correspondem àqueles cuja série histórica possua somente 9 anos estimados pelo método de WEIBULL para as distribuições empíricas. Logo em seguida, os valores dessas vazões de pico foram tratadas estatisticamente pelo método de GUMBELxCHOW.

A hipótese dos métodos determinísticos de estimativa de vazões assume que a vazão de determinada possui o mesmo período de retorno que a chuva que a provocou. Sabe-se que isso não é totalmente verdadeiro, uma vez que as condições antecedentes de umidade do solo influenciam as vazões. Porém, verificou-se que a hipótese do método determinístico adotado SBHU T_r da vazão é o mesmo da precipitação só não pôde ser verificado para as sub-bacias cujas áreas foram inferiores a 6,00 Km², ou melhor, não responderam a essa hipótese as bacias dos córregos Galo (área = 2,70 Km²), Pyles (área = 4,10 Km²) e Parque (área = 5,80 Km²), conforme observado nas Figuras 6.2, 6.3, 6.4. Para a sub-bacia do córrego Pyles a diferença entre a vazão de

pico estimada pelo ABC4 com aquela prevista pela distribuição GUMBELxCHOW baseada nas 9 vazões de períodos de retorno inferiores a 10 anos, também geradas pelo SBHU, foi superior a 65%, uma diferença muito grande se comparada com as demais sub-bacias analisadas. É interessante observar que essas diferenças foram caudas para as bacias em que o método Racional também é indicado, ou menor para áreas inferiores a 5 Km², ou próximo a esse limite. Para as demais sub-bacias, cujas áreas foram superiores ou iguais a 13,80 Km² a hipótese pode ser considerada como sendo aceitável, conforme visualizado nas Figuras 6.5 a 6.8.

Esse comportamento pode ser explicado considerando-se: 1) as vazões são as respostas que as bacias dão aos estímulos *chuvas*; 2) para as bacias menores o volume precipitado total é menor que os totais precipitados nas bacias maiores; 3) a maior parcela da infiltração ocorre no início das precipitações. Sendo assim, então serão justamente as bacias menores que sofrerão maiores interferências do fenômeno infiltração na gênese das vazões e, por conseguinte, quanto maior for a precipitação, menor será o efeito inibidor da infiltração nessa gênese, conforme verificado neste trabalho.

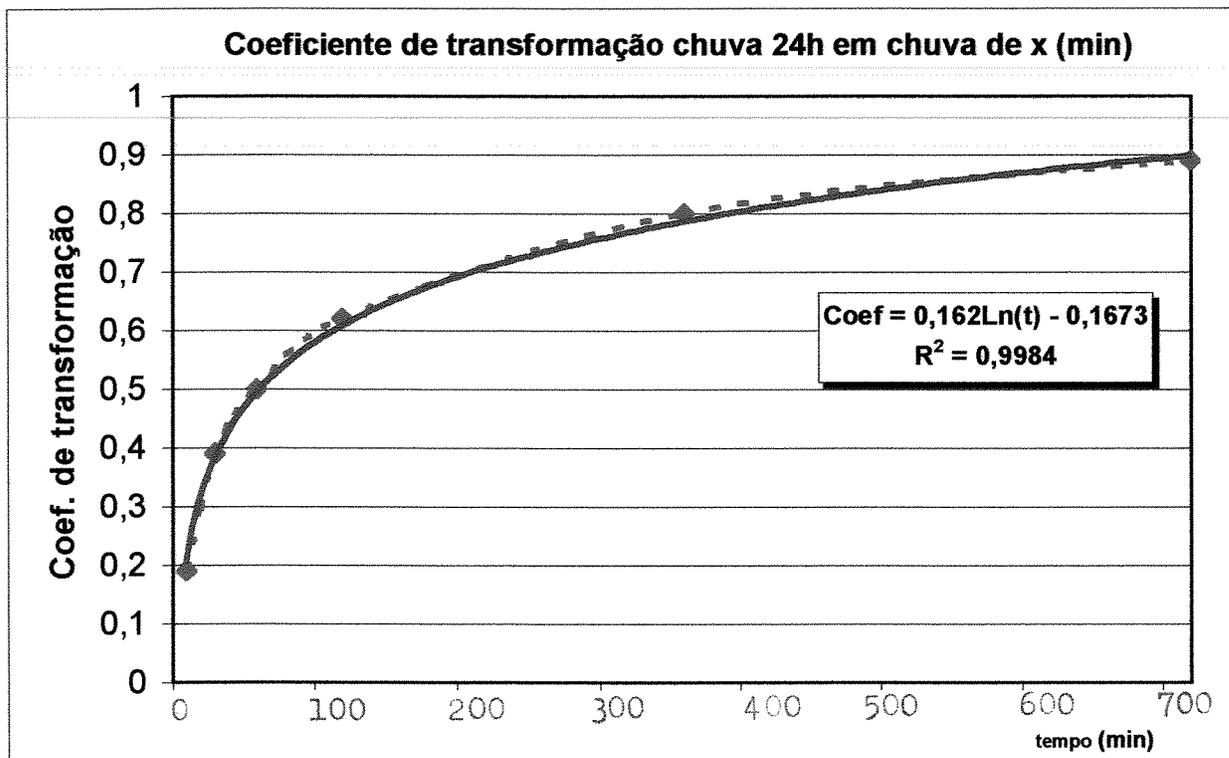


Figura 6.1 - Ajuste de curva para o fator de conversão de chuvas de 24 horas para chuvas de durações menores, baseados nas relações determinadas por GENOVEZ et al. (1994).

Córrego Galo:

Área = 2,70 Km²
 Área impermeável = 2,46 Km²
 Área interconectada = 1,72 Km²
 Abatimento = 1,00 (área inferior a 25.00 Km²)
 L = 1.906,00 m
 Desnível = 73,00 m
 I = 0,0383 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o Córrego Galo.

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	61.37	24.55	24.00	77,40	144.00	25.21	0.05	10.77	2.342
1.25	62.89	25.16	24.00	77,40	144.00	25.97	0.06	12.92	2.010
1.43	64.65	25.86	24.00	77,40	144.00	26.84	0.06	12.92	2.077
1.67	66.74	26.70	24.00	77,40	144.00	27.89	0.06	12.92	2.159
2.00	69.25	27.70	24.00	77,40	144.00	29.13	0.06	12.92	2.255
2.50	72.50	29.00	24.00	77,40	144.00	30.75	0.07	15.07	2.040
3.33	76.89	30.75	24.00	77,40	144.00	32.93	0.07	15.07	2.185
5.00	83.59	33.44	24.00	77,40	144.00	36.28	0.08	17.23	2.106
10.00	96.36	38.54	24.00	77,40	144.00	42.62	0.08	19.38	2.199
100.00	154.55	61.82	24.00	78.00	144.00	71.60	0.15	32.05	2.234
								R_{méd} =	2.152

DISTRIBUICAO DE EXTREMOS TIPO I - GUMBEL (FEC-UNICAMP)

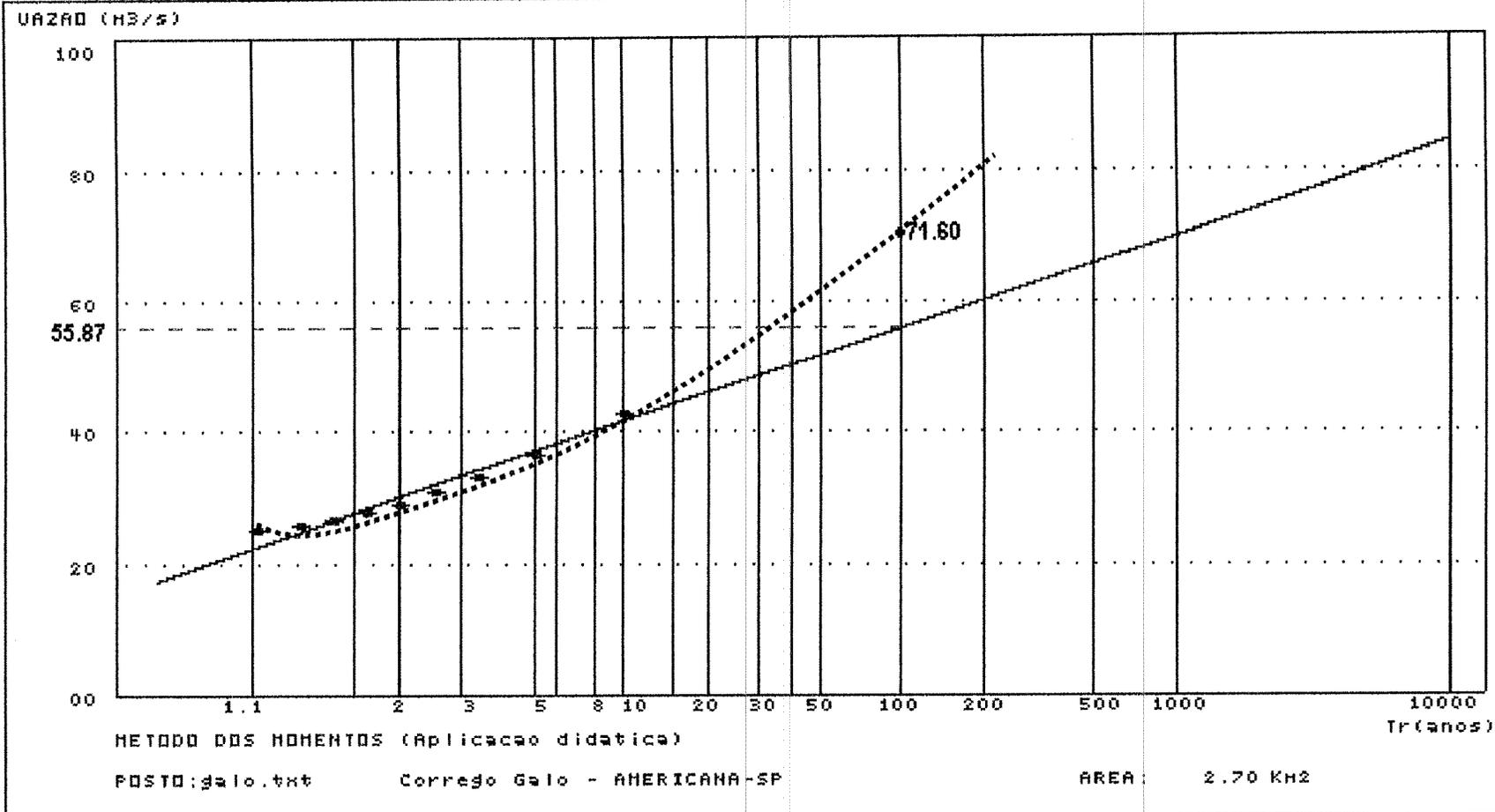


Figura 6.2 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Galo em Americana –São Paulo. Verifica-se aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Córrego Pyles:

Área =	4,10 Km ²
Área impermeável =	2,51 Km ²
Área interconectada =	1,80 Km ²
Abatimento =	1,00 (área inferior a 25.00 Km ²)
L =	2.485,00 m
Desnível =	68,00 m
I =	0,0274 m/m
Solo =	GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
CN =	72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o córrego Pyles.

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	51.78	27.88	32.30	105.00	194.40	17.20	0.05	4.287	4.012
1.25	53.06	28.56	32.30	105.00	194.40	17.62	0.05	4.287	4.110
1.43	54.54	29.36	32.30	105.00	194.40	18.12	0.05	4.287	4.227
1.67	56.31	30.31	32.30	105.00	194.40	18.71	0.05	4.287	4.364
2.00	58.43	31.46	32.30	105.00	194.40	19.41	0.06	5.144	3.773
2.50	61.17	32.93	32.30	105.00	194.40	20.32	0.06	5.144	3.950
3.33	64.88	34.92	32.30	105.00	194.40	21.73	0.06	5.144	4.224
5.00	70.52	37.96	32.30	104.40	194.40	24.46	0.07	6.001	4.076
10.00	81.30	43.76	32.30	103.20	194.40	30.68	0.09	7.716	3.976
100.00	130.40	70.20	32.30	102.60	194.40	66.27	0.19	16.289	4.068
								R _{méd} =	4.078

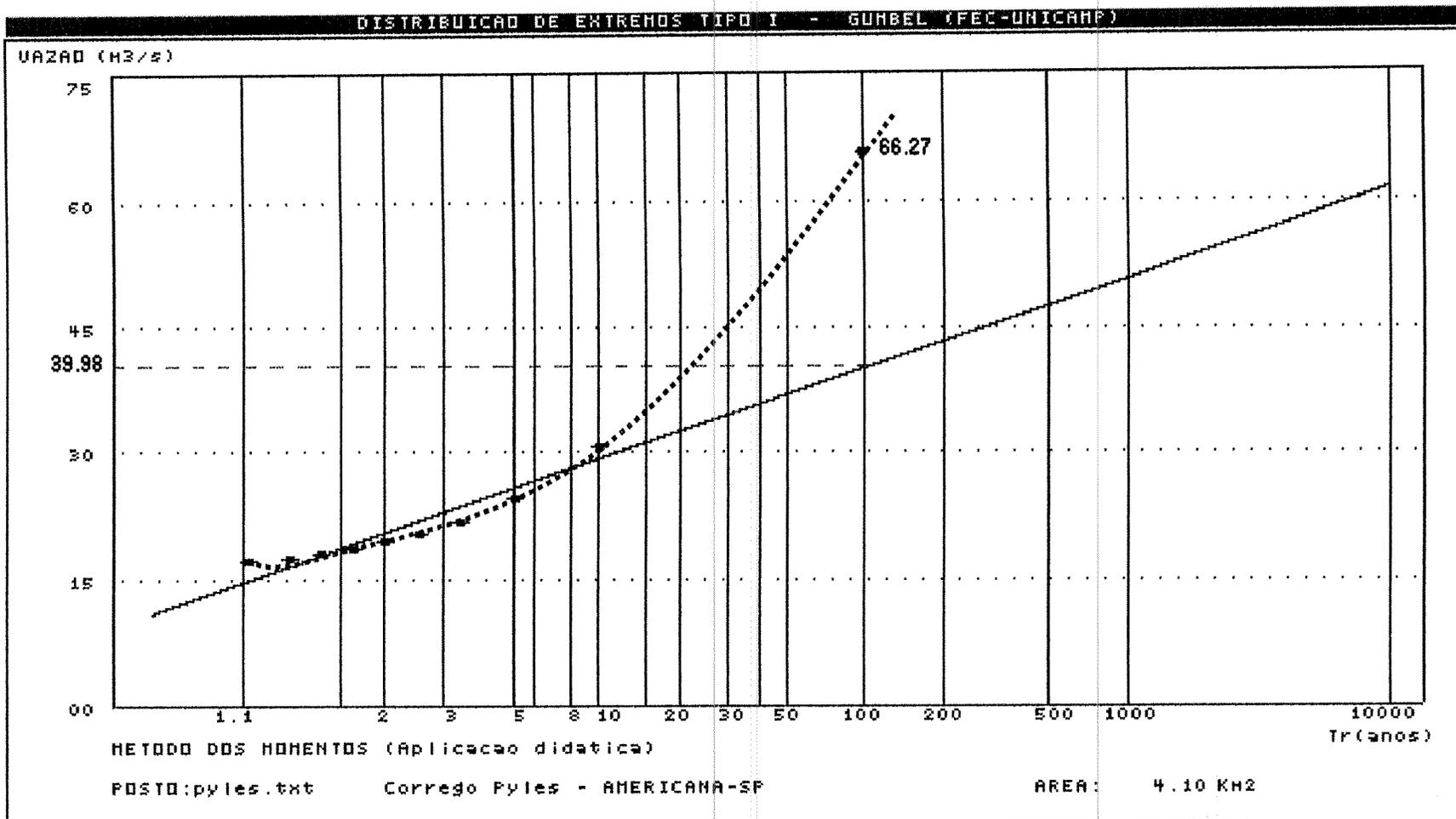


Figura 6.3 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Pyles em Americana –São Paulo. Verifica-se pouca aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Córrego Parque:

Área = 5,80 Km²
 Área impermeável = 4,61 Km²
 Área interconectada = 3,45 Km²
 Abatimento = 1,00 (área inferior a 25.00 Km²)
 L = 4.048,00 m
 Desnível = 44,00 m
 I = 0,0109 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o córrego Parque.

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	34.68	35.15	60.80	197.40	363.60	22.19	0.12	5.501	4.034
1.25	35.54	36.01	60.80	197.40	363.60	22.82	0.12	5.501	4.148
1.43	36.54	37.02	60.80	197.40	363.60	23.61	0.13	5.959	3.962
1.67	37.72	38.22	60.80	196.80	363.60	24.54	0.13	5.959	4.112
2.00	39.14	39.66	60.80	196.80	363.60	25.76	0.14	6.417	4.014
2.50	40.97	41.52	60.80	196.20	363.60	26.87	0.15	6.876	3.908
3.33	43.46	44.03	60.80	195.00	363.60	29.60	0.16	7.334	4.036
5.00	47.24	47.87	60.80	193.80	363.60	33.18	0.18	8.251	4.021
10.00	54.46	55.18	60.80	193.20	363.60	40.33	0.22	10.084	3.999
100.00	87.35	88.51	60.80	193.80	363.60	74.87	0.41	18.794	3.984
								R_{méd} =	4.022

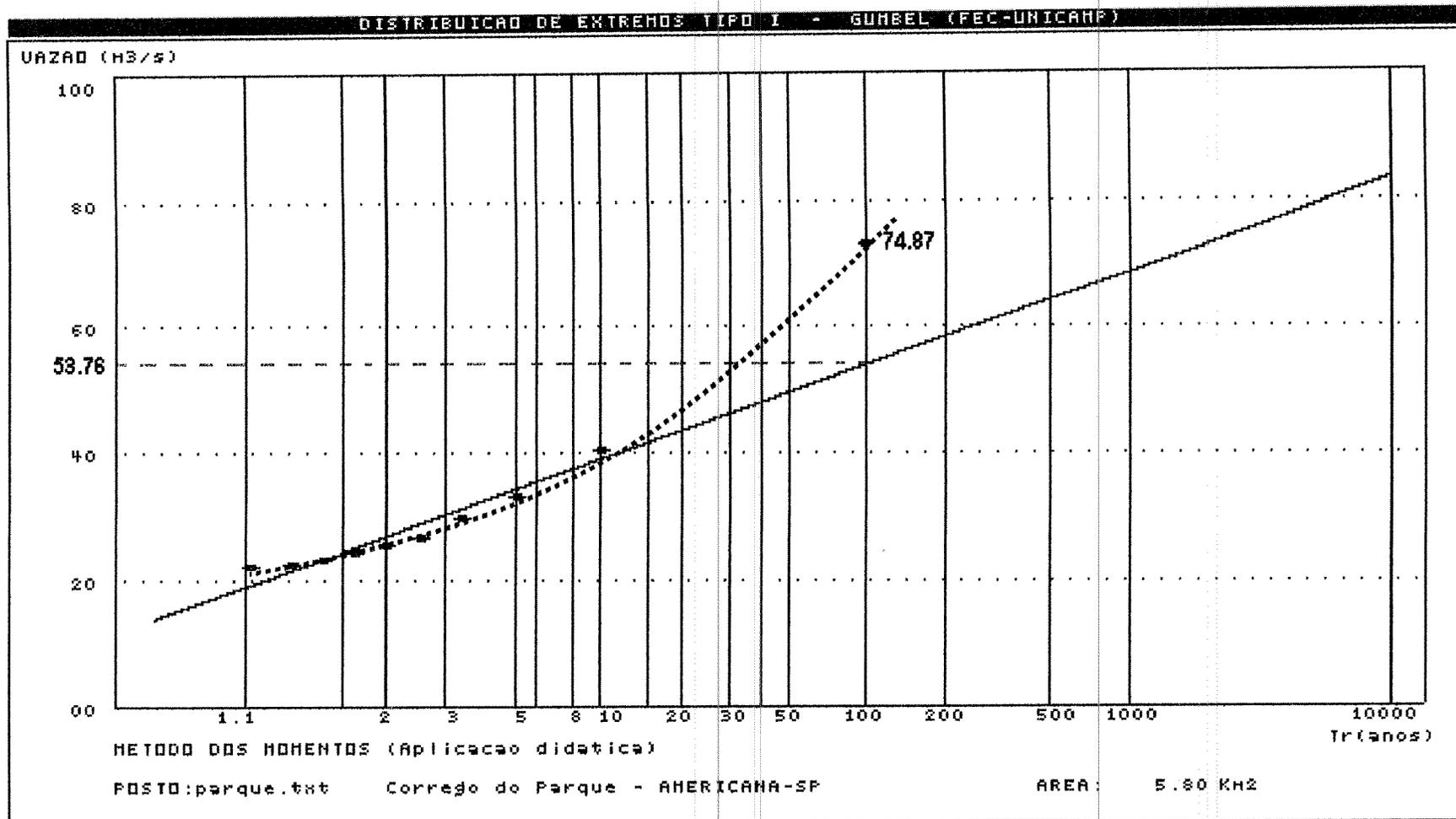


Figura 6.4 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Parque em Americana –São Paulo. Verifica-se aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Córrego Recanto:

Área = 13,80 Km²
 Área impermeável = 9,97 Km² (projeção para ocupação de zona industrial)
 Área interconectada = 6,45 Km²
 Abatimento = 1,00 (área inferior a 25.00 Km²)
 L = 6.351,00 m
 Desnível = 52,00 m
 I = 0,0082 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o córrego Recanto.

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (Mm ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	24.66	37.07	90.20	292.20	540.00	29.40	0.24	7.407	3.97
1.25	28.33	42.59	90.20	292.80	540.00	34.07	0.28	8.642	3.94
1.43	31.30	47,05	90.20	292.20	540.00	38.96	0.32	9.877	3.94
1.67	34.09	51,24	90.20	288.00	540.00	44.36	0.36	11.111	3.99
2.00	36.89	55,45	90.20	285.00	540.00	50.14	0.41	12.654	3.96
2.50	39.99	60,11	90.20	283.20	540.00	56.97	0.46	14.198	4.01
3.33	43.62	65,58	90.20	282.00	540.00	65.32	0.53	16.358	3.99
5.00	48.40	72,76	90.20	283.20	540.00	76.60	0.62	19.136	4.00
10.00	56.02	84,21	90.20	281.40	540.00	95.06	0.77	23.765	4.00
100.00	79.88	120,08	90.20	283.80	540.00	154.73	1.25	38.580	4.01
								R_{méd} =	3.98

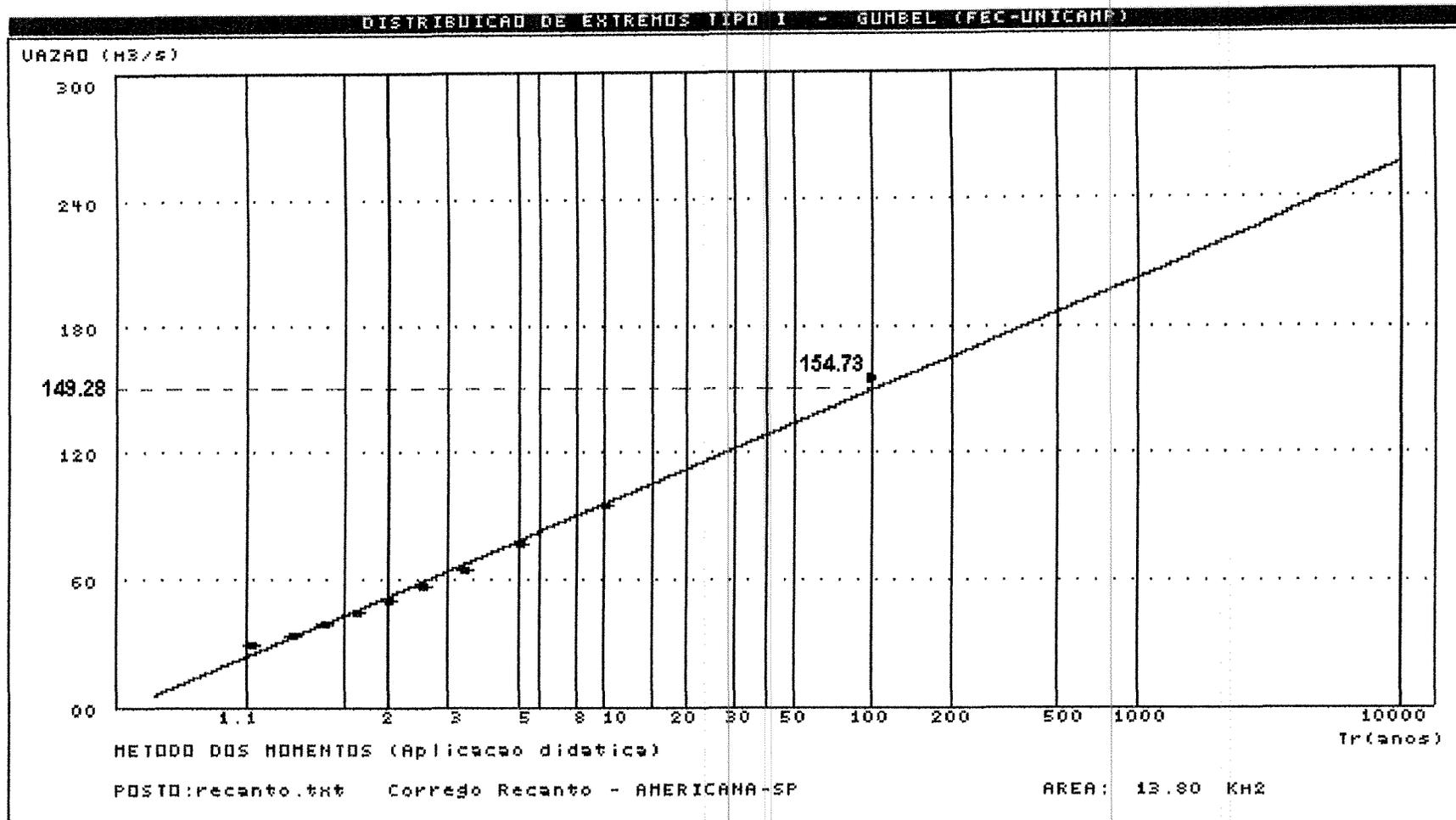


Figura 6.5 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Recanto em Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Córrego Angélica:

Área = 22,70 Km²
 Área impermeável = 17,40 Km² (projeção para ocupação de zona industrial e residencial)
 Área interconectada = 9,80 Km²
 Abatimento = 1,00 (área inferior a 25.00 Km²)
 L = 7.007,00 m
 Desnível = 70,00 m
 I = 0,0100 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o córrego Angélica.

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	24.68	37.06	90.10	291.60	540.00	46.90	0.38	11.728	3.999
1.25	28.36	42.58	90.10	284.40	540.00	58.71	0.48	14.815	3.963
1.43	31.33	47.04	90.10	281.40	540.00	69.16	0.56	17.284	4.001
1.67	34.11	51.23	90.10	280.20	540.00	79.52	0.64	19.753	4.026
2.00	36.92	55.44	90.10	279.60	540.00	90.21	0.73	22.531	4.004
2.50	39.68	60.25	90.10	279.60	540.00	102.71	0.83	25.617	4.009
3.33	43.66	65.56	90.10	280.20	540.00	116.88	0.95	29.321	3.986
5.00	48.44	72.74	90.10	280.80	540.00	136.22	1.10	33.951	4.012
10.00	56.06	84.19	90.10	282.00	540.00	167.46	1.36	41.975	3.989
100.00	79.95	120.05	90.10	285.60	540.00	266.99	2.17	66.975	3.986
								R_{méd} =	3.998

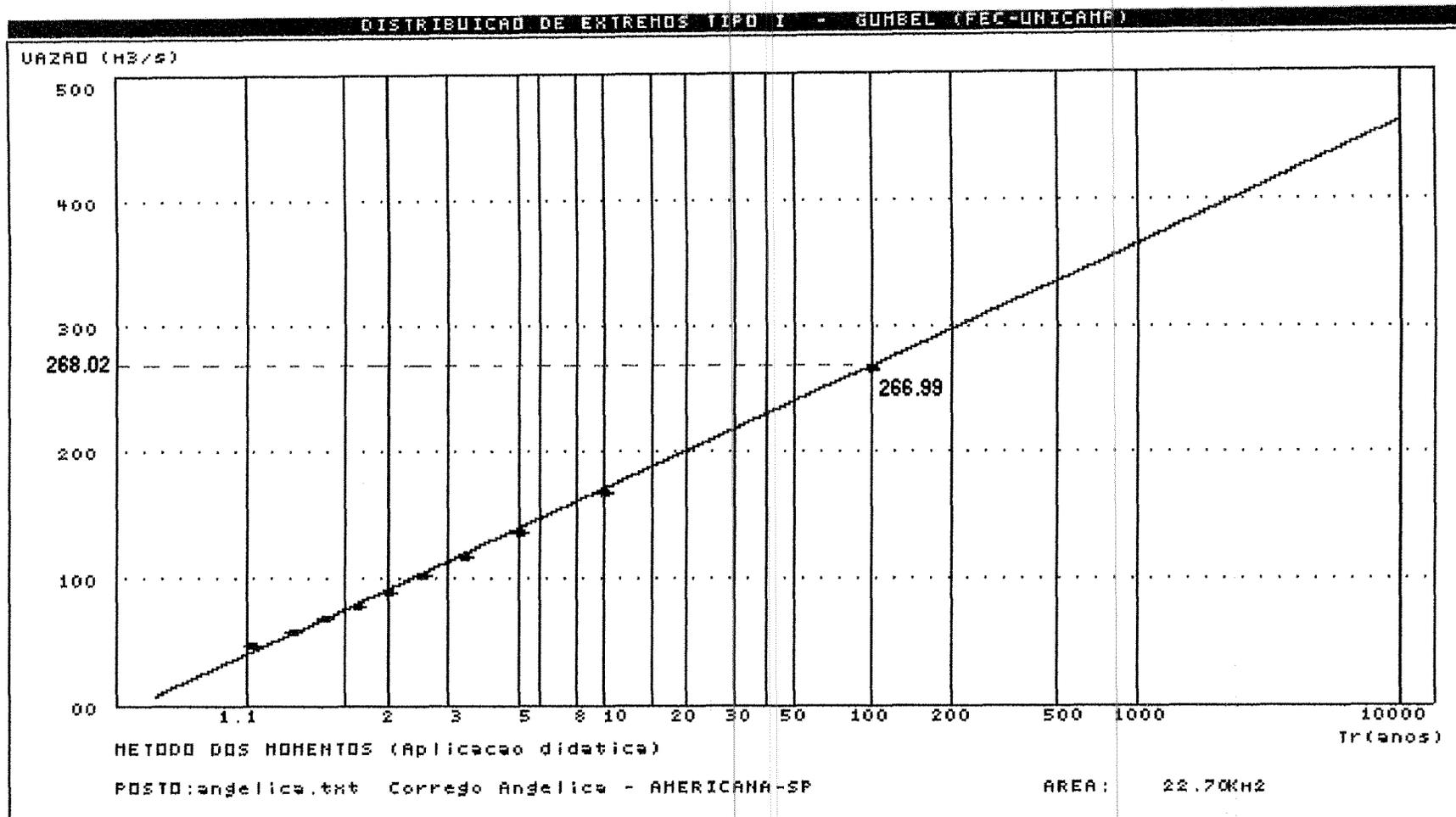


Figura 6.6 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o córrego Angélica em Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Ribeirão Quilombo (montante de Americana):

Área = 326,60 Km²
 Área impermeável = 160,00 Km²
 Área interconectada = 97,00 Km²
 Abatimento = 0,88 (área superior a 25.00 Km²)
 L = 42.600,00 m
 Desnível = 124,00 m
 I = 0,00392 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o Ribeirão Quilombo (montante de Americana).

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	49.95	43.96	407.00	1331.80	2440.80	115.96	4.25	29.021	3.996
1.25	57.40	50.51	407.00	1321.80	2440.80	133.18	4.88	33.322	3.997
1.43	63.41	55.80	407.00	1321.80	2440.80	147.12	5.39	26.805	3.997
1.67	69.05	60.77	407.00	1321.80	2440.80	160.26	5.87	40.082	3.998
2.00	74.73	65.76	407.00	1321.80	2440.80	173.40	6.35	43.360	3.999
2.50	81.01	71.29	407.00	1321.80	2440.80	187.96	6.88	46.979	4.001
3.33	88.37	77.77	407.00	1321.80	2440.80	205.10	7.51	51.281	4.000
5.00	98.05	86.28	407.00	1332.60	2440.80	222.29	8.14	55.583	3.999
10.00	113.48	99.87	407.00	1321.80	2440.80	263.34	9.65	65.894	3.996
100.00	161.82	142.40	407.00	1296.00	2440.80	417.50	15.29	104.406	3.999
								R_{méd} =	3.998

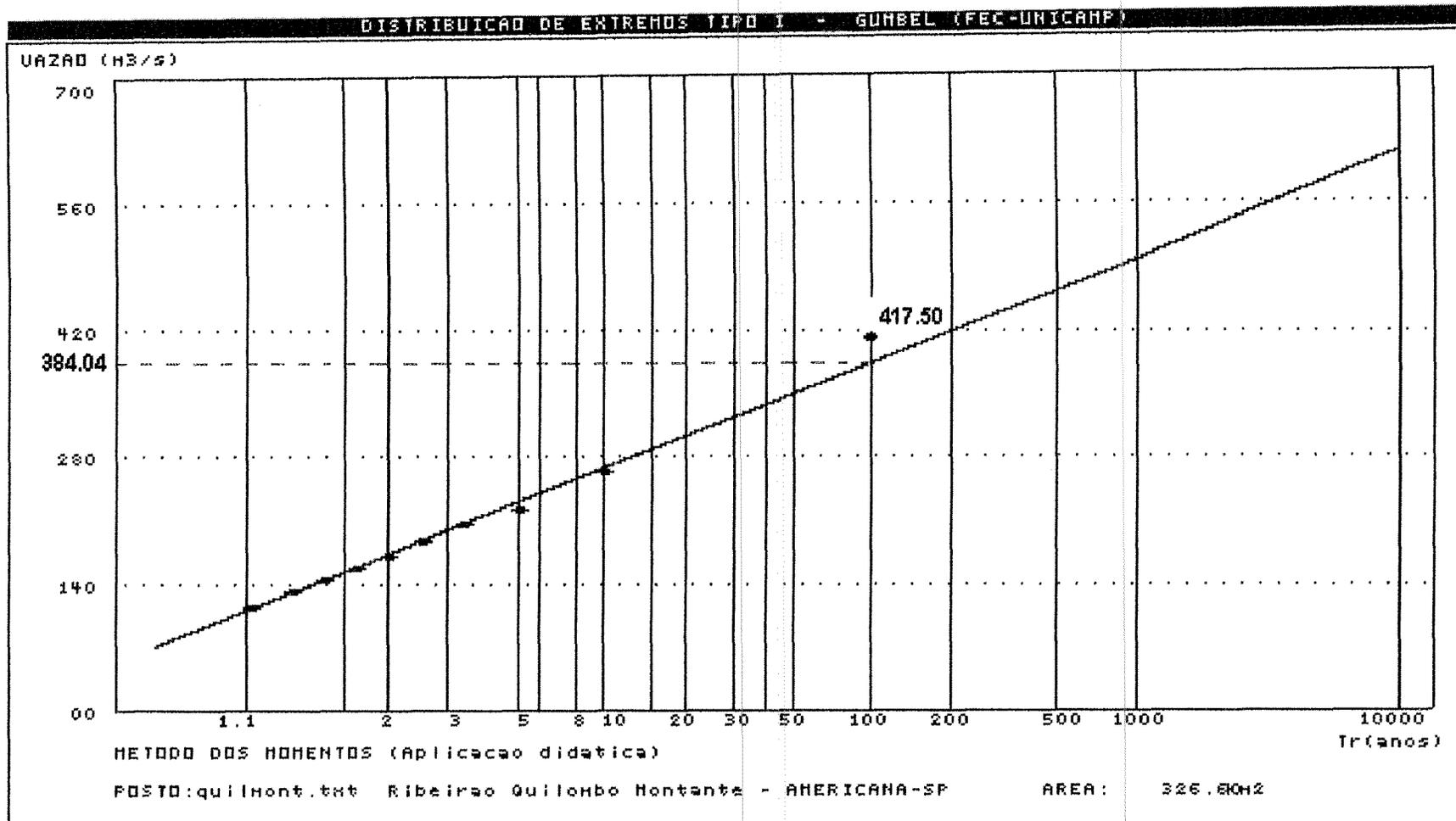


Figura 6.7 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o Ribeirão Quilombo a montante da cidade de Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Ribeirão Quilombo (jusante de Americana):

Área = 382,30 Km²
 Área impermeável = 190,00 Km² (projeção ocupação)
 Área interconectada = 125,00 Km²
 Abatimento = 0,87 (área superior a 25.00 Km²)
 L = 50.500,00 m
 Desnível = 124,00 m
 I = 0,00313 m/m
 Solo = GRUPO A → plantação em linha (curva de nível)
 CN = 72

TABELA: Vazões geradas pelo método do Hidrograma Urbano de Santa Bárbara para o Ribeirão Quilombo (jusante de Americana).

T _R (anos)	i (mm/h)	P*Abat/to (mm)	Duração (min)			Q _{pico} (m ³ /s)	V (volume) (m ³)	Q _{esc} (m ³ /s)	R Q _p /Q _{média}
			t _r (chuva)	t _{base} (equiv)	t _q (vazão)				
1.11	6.70	44.30	456.00	1431.60	2520.00	134.10	5.50	36.376	3.687
1.25	7.70	50.91	456.00	1431.60	2520.00	154.09	6.32	41.799	3.686
1.43	8.51	56.24	456.00	1431.60	2520.00	170.19	6.98	46.164	3.687
1.67	9.26	61.25	456.00	1431.60	2520.00	185.37	7.61	50.331	3.683
2.00	10.02	66.28	456.00	1431.60	2520.00	200.55	8.23	54.431	3.684
2.50	10.87	71.85	456.00	1431.60	2520.00	217.39	8.92	58.995	3.685
3.33	11.85	78.38	456.00	1431.60	2520.00	237.20	9.73	64.352	3.685
5.00	13.15	86.96	456.00	1431.60	2520.00	263.20	10.80	71.429	3.685
10.00	15.22	100.65	456.00	1431.60	2520.00	304.57	12.50	82.672	3.684
100.00	21.71	143.53	456.00	1419.00	2520.00	458.46	18.82	124.471	3.683
								R_{méd} =	3.685

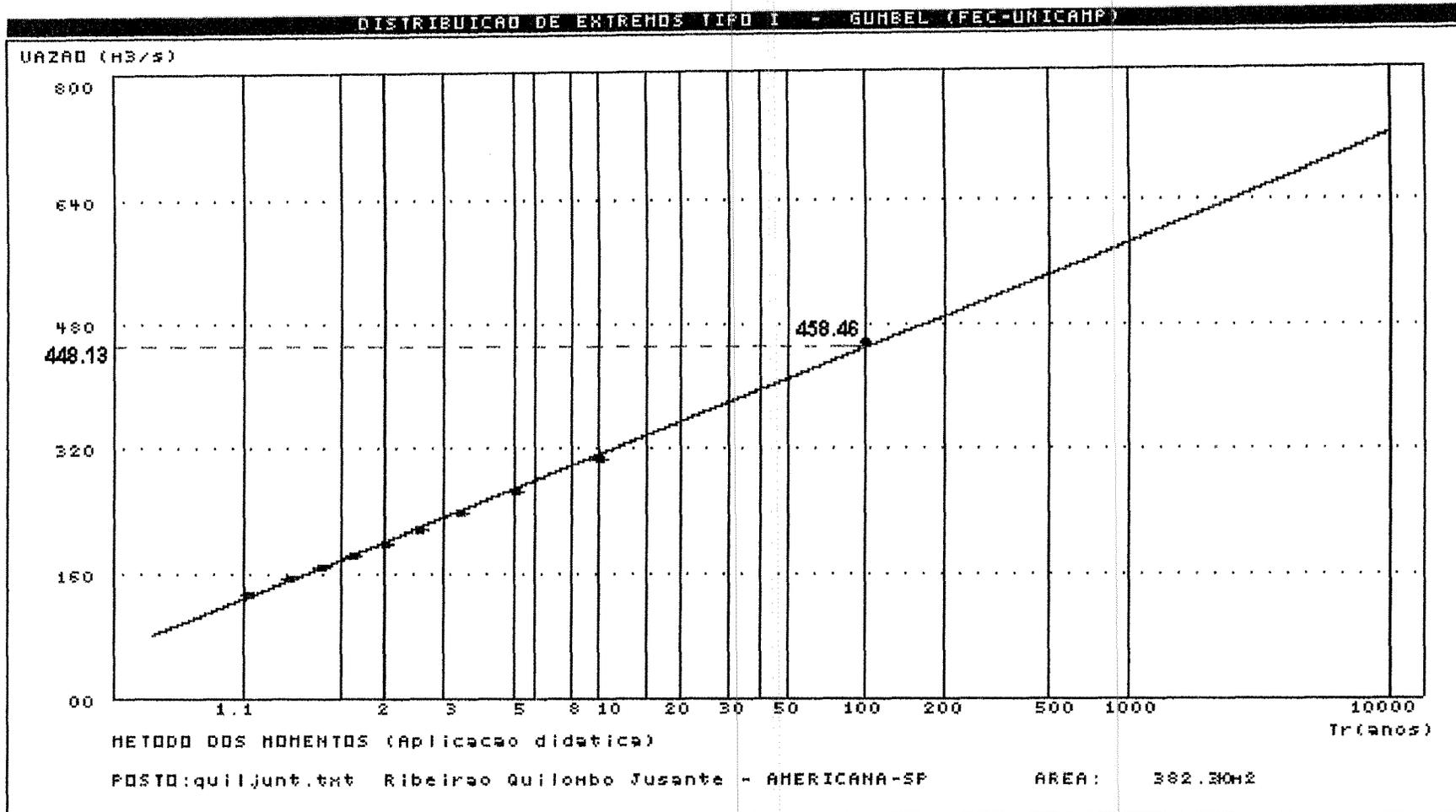


Figura 6.8 - Distribuição de extremos tipo I aplicado à série de vazões de pico gerada pelo programa ABC4 para o Ribeirão Quilombo a jusante da cidade de Americana –São Paulo. Verifica-se boa aderência das vazões à distribuição teórica de GUMBEL-CHOW.

Este trabalho estabeleceu diagnóstico para a elaboração de proposta para Diretrizes Básicas para o Plano Diretor da Bacia do Ribeirão Quilombo na Cidade de Americana - SP, que promoverão os meios para minimizar e controlar as vazões produzidas e guiá-las dentro da área urbana desenvolvida da bacia.

A Tabela 6.1 apresenta a relação de plantas com Diagnóstico da atual situação da Bacia do Ribeirão Quilombo. As plantas são apresentadas no **Anexo 4**.

Tabela 6.1 – Relação de Plantas apresentando o Diagnóstico da atual situação da Bacia do Ribeirão Quilombo.

Relação	Designação das Plantas
Planta 08.01	Planta Geral da Bacia do Ribeirão Quilombo – Diagnóstico
Planta 08.02	Planta do Município de Americana – Dados Gerais Informações Georreferenciadas do Banco de Dados
Planta 08.03	Planta do Município de Americana Grade com Dados Básicos e Sub-Bacias do Ribeirão Quilombo
Planta 08.04	Planta do Município de Americana Áreas destinadas para ocupação Institucional e Lazer <small>Crédito: Ecóloga Salete Gurtler – trabalho TCC</small>
Planta 08.05	Planta - Ribeirão Quilombo – Diagnóstico
Planta 08.06	Planta - Córrego Recanto – Diagnóstico
Planta 08.07	Planta - Córrego Gallo – Diagnóstico
Planta 08.08	Planta - Córrego Parque – Diagnóstico
Planta 08.09	Planta - Córrego Pyles – Diagnóstico
Planta 08.10	Planta - Córrego Angélica – Diagnóstico

As plantas acima relacionadas são apresentadas no **Anexo 4**

A identificação de causas e conseqüências das inundações não leva a resolução do problema. Mas, a reflexão das causas e conseqüências das inundações devem ser feitas a partir desse quadro. É necessário, também, que outros agentes interfiram no processo.

A área de estudo para o Diagnóstico das Diretrizes Básicas do Plano Diretor de Drenagem Urbana compreende a parte já urbanizada. Necessariamente não há

obrigatoriedade de coincidir com o Plano Diretor da Cidade, pois a bacia se estende além dos limites da área de estudo deste último.

Dentro deste enfoque, os aspectos preventivos e corretivos são almejados com o intuito de propor a melhor solução para cada caso em específico. Os arruamentos obstruem parcialmente as vias naturais do escoamento superficial, em consequência de ocupações antigas que refletiam a realidade hidrológica da cidade, oriunda de um crescimento lento e, portanto sem um planejamento global, em que os problemas de escoamento superficial podem ser corrigidos. No caso da Cidade de Americana, extremamente ocupada em seu território atualmente, este estudo possibilitou uma avaliação consistente para a elaboração deste estudo e servirão para outros a posterior.

As Diretrizes Básicas para o Plano Diretor de Drenagem Urbana considerou tanto a situação existente, com os seus problemas a serem corrigidos por meio das diretrizes básicas para o Plano Diretor Corretivo como também, a prevenção de problemas ou situações indesejáveis no futuro.

Como é apresentada por meio da Tabela 6.2, o Zoneamento Restritivo estabeleceu-se uma faixa a partir de ambas as margens para o Ribeirão Quilombo e os seus afluentes, restringindo a ocupação em 30 metros e 15 metros, respectivamente, independentemente das restrições já impostas pela Área Permanente Preservação Ambiental – APPA. Tal medida tem o intuito de preservar e conservar o leito do Rio, de forma a restringir rigorosamente o uso do solo. Nesta faixa somente poder-se-á executar obras de desassoreamentos do leito do Ribeirão Quilombo e seus afluentes, como também o replantio de árvores adequadas e em locais muito bem planejados, sendo que a segunda medida, replantio de árvores, não venha a ser executada de forma a prejudicar futuramente os serviços a serem executados pelo trabalho de desassoreamentos. Para tanto, orienta-se que se estabeleça um conjunto de legislação adequada para implementação das propostas oferecidas.

Tabela 6.2 - Diagnóstico para a elaboração das Diretrizes do Plano Diretor Preventivo (DPDP) - Zoneamento Restritivo e Delimitatório no território na Cidade de Americana – SP para o Ribeirão Quilombo.

Designação	Localização	Zonas Restritivas	Zonas de Delimitação
A – Ribeirão Quilombo			
ZONA A1 Alvorada	Início: Divisa com cidade de Nova Odessa Final: Ponte da SP304	30 m a partir da margem em ambos os lados.	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: 70 m
ZONA A2 Guaicurus	Início: Ponte da SP304 Final: Viaduto Pref. Abdo Najjar	30 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: 50 m
ZONA A3 Centro Cívico	Início: Viaduto Pref. Abdo Najjar Final: Pontilhão Amadeu Elias	30 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: 20 m
ZONA A4 Colina/ Centro	Início: Pontilhão Amadeu Elias Final: Viaduto Centenário	30 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: -
ZONA A5 Cordenunsi	Início: Viaduto Centenário Final: Av. Europa	30 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: 20 m
ZONA A6 Carioba	Início: Av. Europa Final: Rio Piracicaba	30 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA Margem direita: 120 m até confluência com a estrada RIPASA e em diante paralelo a mesma até Rio Piracicaba.
B – Córrego Recanto			
ZONA B1	Início: Nascente Final: Cruzamento com rede ferroviária da FEPASA para a cidade de Piracicaba	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: até rede ferroviária da FEPASA para a cidade de Piracicaba Margem direita: variável, pois pertence ao município de Nova Odessa
ZONA B2	Início: Cruzamento com rede ferroviária da FEPASA para a cidade de Piracicaba	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: 85 m Margem direita: variável, pois pertence ao município de Nova Odessa

	Final: Até o Quilombo		
ZONA B3 Braço 01	Início: Nascente Final: Córrego	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem esquerda: Rua das Margaridas Bairro Nelsen Vile Margem direita: Até R. Ibitinga Bairro Nelsen Vile
C – Córrego Gallo			
ZONA C1	Início: nascente Final: Ribeirão Quilombo	15 m a partir da margem em ambos os lados	Córrego já canalizado
D – Córrego Parque			
ZONA D1	Início: Nascente - Parque Ecológico Final: Ribeirão Quilombo	15 m a partir da margem em ambos os lados	Área totalmente ocupada
E – Córrego Pyles			
ZONA E1	Início: Nascente Final: Av. Rafael Vitta	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: Gleba A - James R. Jones Margem Direita: Gleba B - James R. Jones
ZONA E2	Início: Av. Rafael Vitta Final: Rua São Jerônimo	15 m a partir da margem em ambos os lados	Área totalmente ocupada
ZONA E3	Início: Rua São Jerônimo Final: Ribeirão Quilombo	15 m a partir da margem em ambos os lados	Área totalmente ocupada
F – Córrego Angélica			
ZONA F1	Início: Lagoa dos Piva Final: Condomínio Portal dos Nobres	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: 100m Margem Direita: 100 m
ZONA F2	Início: Condomínio Portal dos Nobres Final: J. Mirandola	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: 85 m Margem Direita: 85 m
ZONA F3	Início: Jardim Mirandola Final: Av. José Pitolli - Alta Tensão	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: 35 m Margem Direita: 35 m
ZONA F4	Início: Av. José Pitolli - Alta Tensão Final: Vila Izabel	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: 35 m Margem Direita: -
ZONA F5	Início: Vila Izabel Final: Ribeirão	15 m a partir da margem em ambos	Margem Esquerda: 85 m Margem Direita: 85 m

	Quilombo	os lados	
ZONA F6 Braço 01	Início: Área no Instituto de Zootecnia Final: Córrego Angélica	15 m a partir da margem em ambos os lados	Margem Esquerda: 85 m Margem Direita: 85 m
ZONA F7 Braço 02	Início: Av. da Saúde Final: Córrego Angélica	15 m a partir da margem em ambos os lados	Área totalmente ocupada

Quanto ao Zoneamento Delimitatório a faixa de segurança recomendada varia de acordo com o interesse local, e com as expectativas de projeto, pois a mesma está intrinsecamente interligada aos parâmetros estudados por meio dos resultados das imagens processadas e dados adquiridos. Para esta área delimitatória destina-se um objetivo variável que está correlacionada a soluções estruturais e não estruturais conforme é apresentado na Tabela 6.3. As justificativas para tais determinações são apresentadas no **ANEXO 04**.

Tabela 6.3 - Diagnóstico para a elaboração das Diretrizes do Plano Diretor Corretivo (DPDC) - Propostas Estruturais e Não estruturais para a o Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP.

Designação	Soluções	
	Estruturais	Não Estruturais
A – Ribeirão Quilombo		
ZONA A1 Alvorada		Rearborização com vegetação adequada
ZONA A2 Guaicurus	Corredor Poliesportivo – Início	- Início Rearborização com vegetação adequada
ZONA A3 Centro Cívico	Corredor Poliesportivo Remanejamento de Favelados para conjunto habitacional em Programa específico	Rearborização com vegetação adequada
ZONA A4 Colina/Centro	Canalização a céu aberto, Obras de infra-estrutura de urbanismo	Melhoramentos em geral e limpeza
ZONA A5 Cordenunsi	Corredor Poliesportivo Piscinões para controle de vazão e drenagem	Rearborização com vegetação adequada com a criação do Parque “Mini Pantanal Central”

ZONA A6 Carioba	Corredor Poliesportivo Retificação do curso do Ribeirão Quilombo, Obras diversas para implementação de Projeto Carioba	Rearborização com vegetação adequada bem como a reestruturação, preservação e melhorias no “Futuro Centro Histórico, Turístico e Cultural de Carioba”.
B – Córrego Recanto		
ZONA B1		Legislação promovendo ocupação e uso de solos para chácaras com mínimo de 0,5 há
ZONA B2		Rearborização com vegetação adequada
ZONA B3 Braço 01		Rearborização com vegetação adequada
C – Córrego Galo		
ZONA C1		Manutenção e desobstrução constantes nas canalizações já existentes
D – Córrego Parque		
ZONA D1	Melhoria nas obras estruturais existentes, tais como a ampliação da retenção do volume armazenado nos piscinões Implantação de proteção para pedestres e reforma na canalização através de gabiões em locais necessários	Manutenção e desobstrução constantes nas canalizações já existentes
E – Córrego Pyles		
ZONA E1		Área de preservação ambiental – legislação adequada para esta área em específico
ZONA E2	Melhoria nas obras estruturais existentes, tais como a ampliação da retenção do volume armazenado nos piscinões	

ZONA E3	Retenção do volume armazenado através de construção de piscinões	Manutenção e desobstrução constantes nas canalizações já existentes, Parte integrante do Mini Pantanal Central
F – Córrego Angélica		
ZONA F1		Rearborização com vegetação adequada Área de lazer - Centro "Recreativo Viva Vida"
ZONA F2		Rearborização com vegetação adequada
ZONA F3		Rearborização com vegetação adequada
ZONA F4	Construção de diques e piscinões	Rearborização com vegetação adequada
ZONA F5	Construção de diques e piscinões	Rearborização com vegetação adequada
ZONA F6 Braço 01		Ações conjuntas com o governo do estado para continuidade dos Projetos de Pesquisa
ZONA F7 Braço 02		Manutenção e desobstrução constantes nas canalizações abertas já existentes

Outras medidas também devem ser estabelecidas. São conceitos tradicionais de soluções "Não Estruturais" para o controle de inundações. São muito importantes e devem receber a devida atenção e serem implementadas:

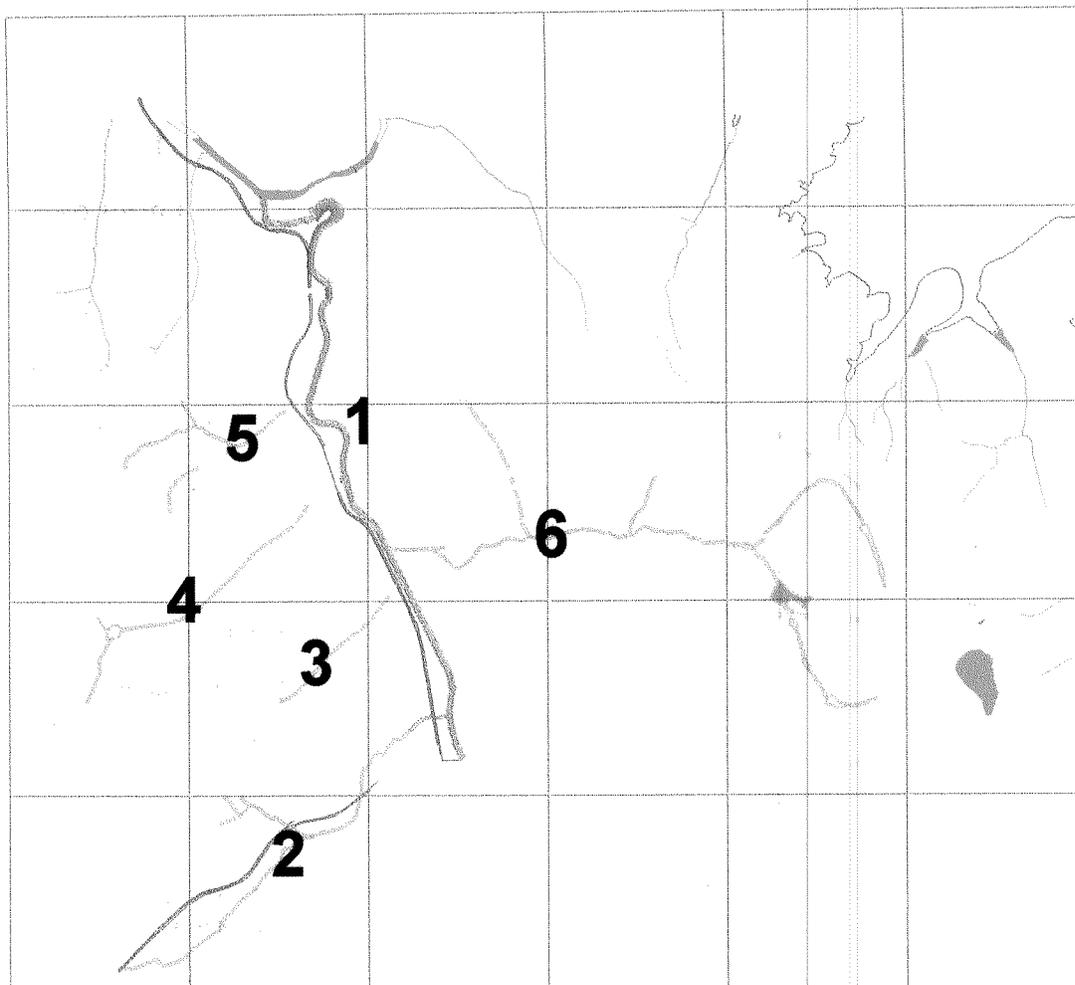
- Previsão de enchentes e sistemas de alerta, possibilitando a previsão de enchentes, áreas que poderão ser inundadas e o acionamento das medidas emergências e defesa civil;
- Seguro enchente que permita a proteção contra os danos das inundações;
- Na medida do possível liberar áreas ocupadas das regiões atingidas freqüentemente pelas cheias.

As propostas descritas na Tabela 6.3 são resultados de exaustivos estudos que vêm ao encontro com o interesse específico das comunidades locais restritas às Zonas determinadas como também a população e a sociedade como um todo.

As propostas das Tabela 6.2 e na Tabela 6.3, acima descritas são apresentadas graficamente através das Figuras relacionadas na Tabela 6.4, a seguir:

Tabela 6.4 – Relação das Figuras com o Zoneamento Restritivo e Delimitatório e Propostas Estruturais e Não estruturais para a o Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP, conforme Tabelas 6.3 e 6.4.

Relação	Designação das Figuras
Figura 6.9	Mapa Temático apresentando Rodovias, Hidrografia, Represa e Ferrovia na Cidade de Americana.
Figura 6.10	Delimitação do Zoneamento Restritivo para o Ribeirão Quilombo
Figura 6.11	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Ribeirão Quilombo
Figura 6.12	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Recanto
Figura 6.13	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Gallo
Figura 6.14	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Parque
Figura 6.15	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Pyles
Figura 6.16	Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Angélica



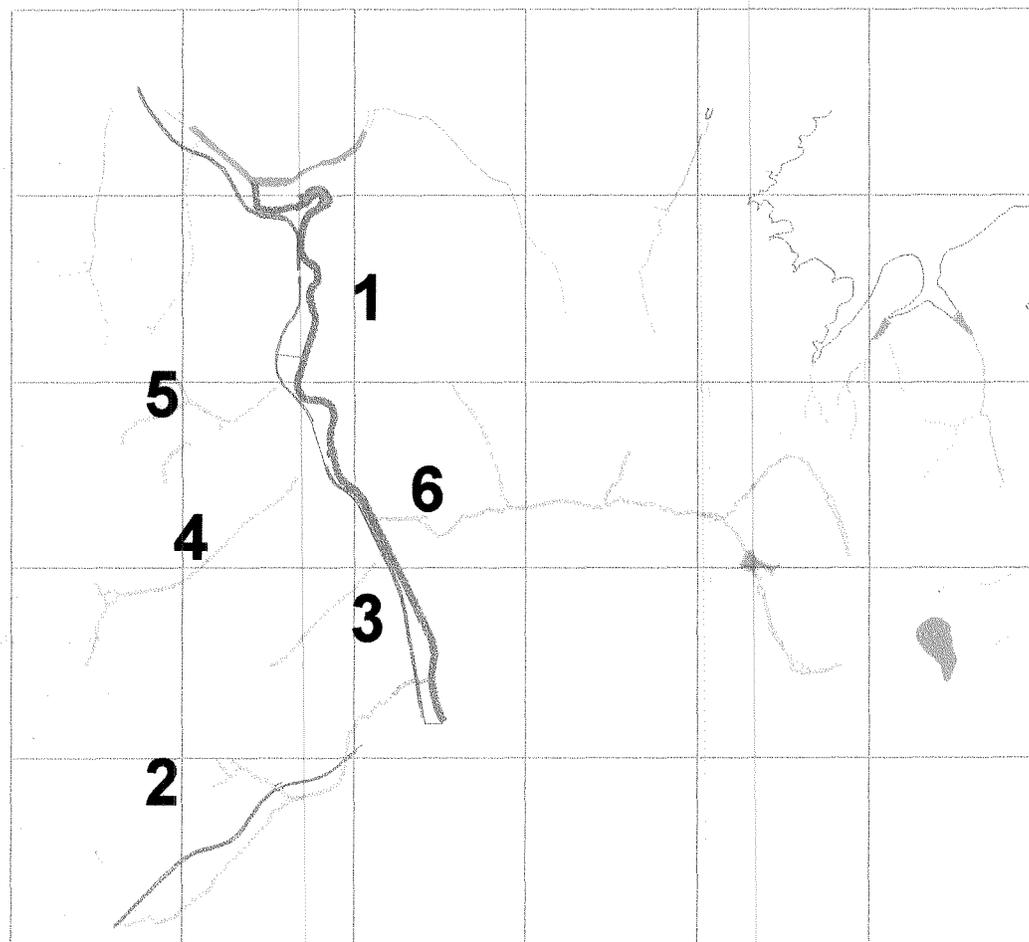
Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

-  Rodovias
-  Hidrografia
-  Represa
-  Ferrovia

- 1 - Ribeirão Quilombo
- 2 - Córrego Recanto
- 3 - Córrego Galo
- 4 - Córrego Parque
- 5 - Córrego Pyles
- 6 - Córrego Angélica

Figura 6.9 - Mapa Temático apresentando Rodovias, Hidrografia, Represa e Ferrovia na Cidade de Americana.



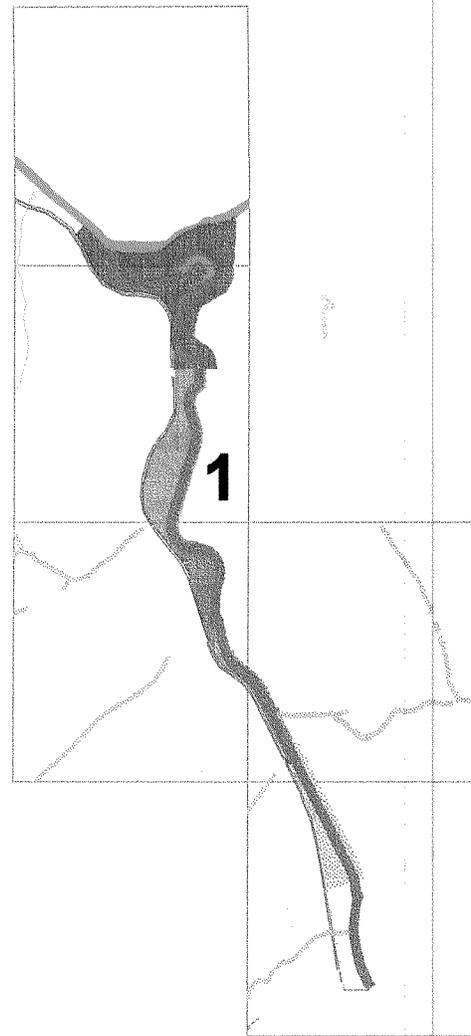
Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

-  Rodovias
-  Hidrografia
-  Represa
-  Ferrovia
-  Limite 30 m

- 1 - Ribeirão Quilombo
- 2 - Córrego Recanto
- 3 - Córrego Galo
- 4 - Córrego Parque
- 5 - Córrego Pyles
- 6 - Córrego Angélica

Figura 6.10 - Delimitação do zoneamento Restritivo para o Ribeirão Quilombo



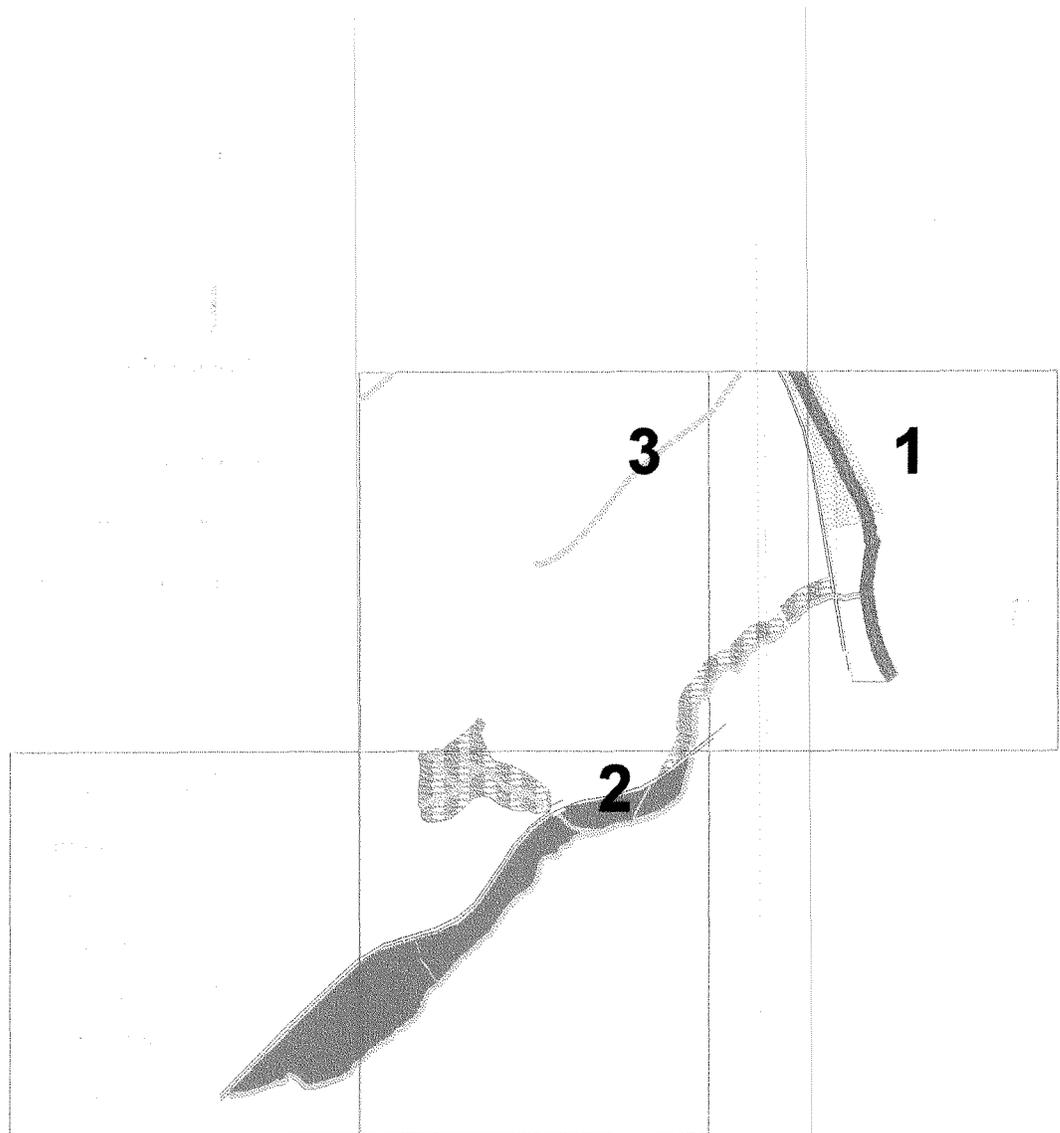
Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

-  Rodovias
-  Hidrografia
-  Represa
-  Ferrovia
-  Limite 30 m
-  Limite 15 m
-  Zona A1 - Alvorada
-  Zona A2 - Guaicurus
-  Zona A3 - Centro Cívico
-  Zona A4- Colina/ Centro
-  Zona A5 - Cordenunsi
-  Zona A6 - Carioba

1 - Ribeirão Quilombo

Figura 6.11 - Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Ribeirão Quilombo



Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

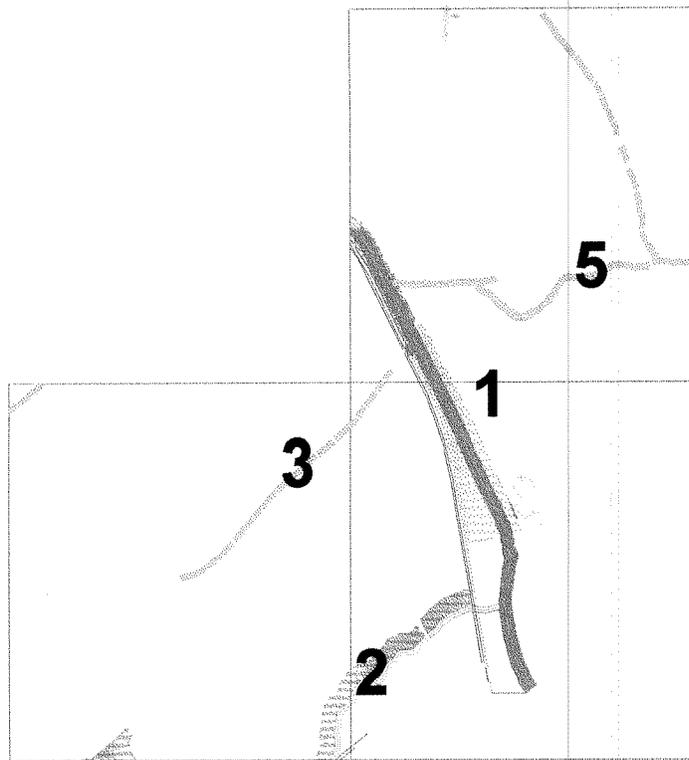
- Rodovias
- Hidrografia
- Represa
- Ferrovia
- Limite 30 m
- Limite 15 m
- Zona Delimitatória Recanto

1 - Ribeirão Quilombo

2 - Córrego Recanto

3 - Córrego Galo

Figura 6.12 - Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Recanto



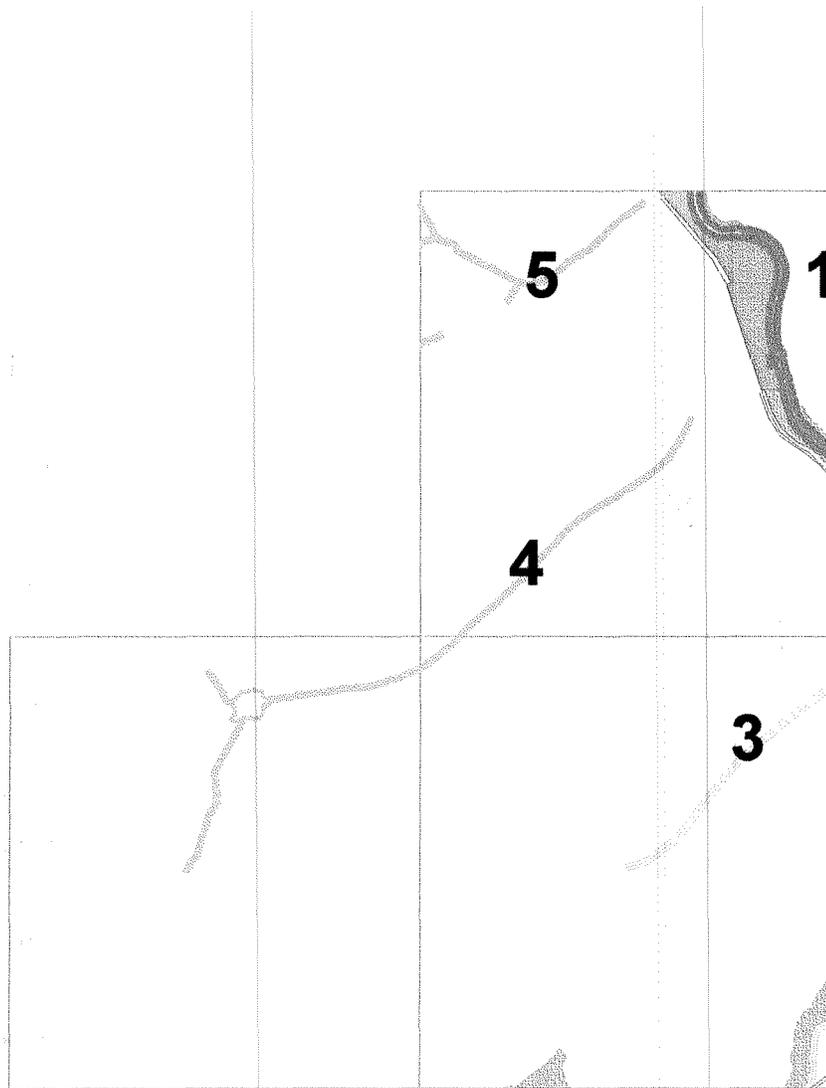
Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

- Rodovias
- Hidrografia
- Represa
- Ferrovia
- Limite 30 m
- Limite 15 m

- 1 - Ribeirão Quilombo
- 2 - Córrego Recanto
- 3 - Córrego Galo
- 5 - Córrego Angélica

Figura 6.13 - Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Galo



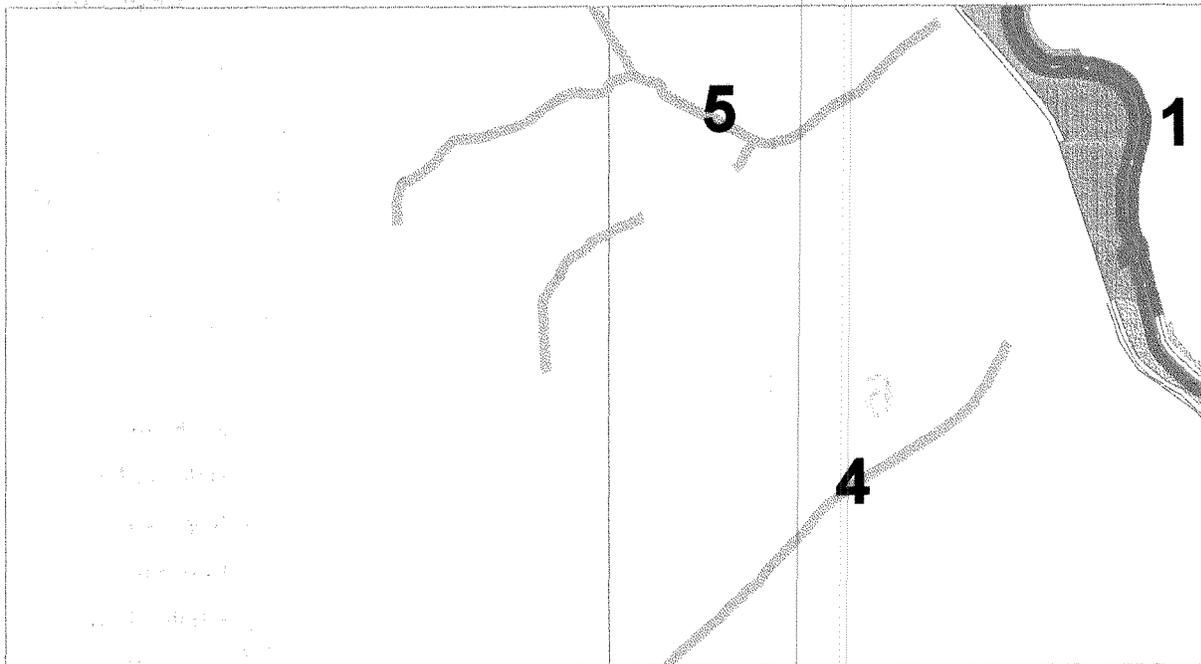
Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

-  Rodovias
-  Hidrografia
-  Represa
-  Ferrovia
-  Limite 30 m
-  Limite 15 m
-  Zona A3 - Centro Cívico
-  Zona A4 - Colina Centro
-  Zona A3 - Cordenunsi

- 1 - Ribeirão Quilombo
- 3 - Córrego Galo
- 4 - Córrego Parque
- 5 - Córrego Pyles

Figura 6.14 - Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Parque



Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

- Rodovias
- Hidrografia
- Represa
- Ferrovia
- Limite 30 m
- Limite 15 m
- Zona A3 - Centro Cívico
- Zona A4 - Colina Centro
- Zona A3 - Centro Cívico

1 - Ribeirão Quilombo

4 - Córrego Galo

5 - Córrego Pyles

Figura 6.15 - Quadricula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Pyles



Legenda

01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

- Rodovias
- Hidrografia
- Represa
- Ferrovia
- Limite 30 m
- Limite 15 m
- Zona A3 - Centro Cívico
- Zona A4 - Colina Centro
- Zona A3 - Centro Cívico

1 - Ribeirão Quilombo

4 - Córrego Galo

6 - Córrego Angélica

Figura 6.16 - Quadrícula Representativa do Zoneamento Delimitatório do Córrego Angélica

A visão das cheias urbanas e de suas conseqüências desagradáveis não pode ser perdida de vista quando se sabe que a cada novo evento, vidas e bens materiais são irremediavelmente perdidos.

Decisões e escolhas de propostas de solução devem ser acertadas em função do melhor entendimento dos problemas e do grau mais apurado das técnicas a serem aplicadas para a solução do problema em foco. Não basta uma mudança da imagem do rio, mas uma completa mudança na postura dos envolvidos com a questão, habitantes da bacia, técnicos e governo, ou seja, a nossa cultura em relação aos cursos d'água.

Nesta direção, apresenta-se através das plantas relacionadas na Tabela 6.5 as Propostas para mitigar os problemas das cheias na Bacia do Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP. As plantas são apresentadas no **Anexo 5**.

A sustentabilidade destas proposições devem ser aprofundadas em estudos técnicos específicos que tenham por objetivo, ações e obras conjuntamente, de acordo com a classificação pretendida.

Tabela 6.5 – Relação das Plantas elaboradas como Propostas para mitigar os problemas das cheias na Bacia do Ribeirão Quilombo na cidade de Americana – SP.

Relação	Designação das Plantas
Planta 08.11	Planta - Bacia do Ribeirão Quilombo - Propostas
Planta 08.12	Planta - Ribeirão Quilombo em Americana - Propostas
Planta 08.13	Planta - Córrego Recanto – Propostas
Planta 08.14	Planta - Córrego Gallo – Propostas
Planta 08.15	Planta - Córrego Parque – Propostas
Planta 08.16	Planta - Córrego Pyles – Propostas
Planta 08.17	Planta - Córrego Angélica – Propostas

As plantas acima relacionadas são apresentadas no **Anexo 5**

Com as propostas preliminares apresentadas pode-se incentivar outros estudos técnicos mais profundos que irão levar às ações visando o controle das inundações na Bacia do Ribeirão Quilombo na cidade de Americana - SP.

Isoladamente, quaisquer dessas medidas, não terão o alcance necessário para que os danos sejam evitados. Será necessária a participação efetiva da população, do governo, entidades ambientais, técnicos, universidade, em suma, a sociedade como um todo, através de uma discussão ampla, para que haja interação entre as partes e as medidas propostas tenham aceitação e o caminho não seja implementado por meio de ações intervencionistas.

Que venham a ser resultado de um trabalho conjunto entre Estado, iniciativa privada, educadores e comunidade, e que estas propostas sejam condicionadas à sustentabilidade ambiental, elemento preponderante para o crescimento racional e inteligente das cidades permitindo que se obtenha um melhor ordenamento da expansão urbana com equilíbrio e compreensão global dos problemas.

7 Conclusões e Recomendações

Seguindo a linha de trabalho do objetivo proposto nesta dissertação, desenvolveu-se análise, através do diagnóstico apresentado, mostrando causas e conseqüências das inundações urbanas que ocorrem na região da Bacia do Ribeirão Quilombo e em especial na Cidade Americana.

Entende-se que é necessária uma profunda mudança na visão que se tem do problema das enchentes urbanas, uma vez que, as medidas adotadas visando o controle de inundações não têm obtido os resultados desejados, ficando o uso e ocupação do solo, enfim, o urbano, sem controle.

A ocupação do solo na Região Metropolitana de Campinas ocorreu por meio de processos especulativos, e em muitos casos predatórios, levando à ocupação de mananciais, várzeas e encostas por uma população socialmente excluída, confinando e poluindo represas e cursos d'água, agravando, dentre tantos outros, os problemas das inundações. O conjunto de leis e regulamentações sobre o uso e ocupação do solo não é suficiente para um ordenamento da expansão urbana que evite as conseqüências danosas das inundações.

Será necessário que se implemente mudanças significativas nos sistemas de gestão de políticas públicas, interagindo diferentes setores da sociedade, tanto público como privado. Por intermédio de medidas participativas e parcerias que integrem, por sua vez, população, governos municipal, estadual e federal, iniciativa privada, meios de comunicação, associações e universidades e assim ter-se-á a expectativa de encontrar soluções concretas sobre os problemas diagnosticados.

A implementação de medidas estruturais e não estruturais conjuntamente com mudanças profundas nos sistemas de gestão e políticas públicas, integrando os diferentes setores (saneamento, educação, saúde, habitação, transporte, lazer), por meio de medidas participativas e parcerias que interajam população, iniciativa privada, governo federal, estadual e local, meios de comunicação, associações de diversas categorias bem como as universidades propiciarão o encaminhamento dos problemas ao encontro das soluções.

Foi adotada a Bacia do Ribeirão Quilombo por apresentar uma extrema área urbanizada e amplo conjunto de problemas sociais e ambientais, com alta densidade demográfica, percentual significativo de população em favelas, situadas nas várzeas dos córregos, sofrendo por várias vezes com os problemas das enchentes. Nesta linha de ação é necessário também adotar medidas que integrem organismos e organizações sociais não oficiais.

As questões, foco deste trabalho, inseridas na Bacia do Ribeirão Quilombo devem procurar através de processo participativo para buscar os melhores resultados. Será necessário que haja a integração entre os setores envolvidos no controle de inundações, onde profissionais de múltiplas áreas possam estar envolvidos em soluções que integrem aspectos hidráulicos e hidrológicos, arquitetônicos e urbanísticos, de percepção ambiental e comunicação visual, sociais e econômicos.

Os profissionais de diversas áreas trabalhando em conjunto, certamente encontrarão soluções criativas com alternativas viáveis para a minimização das questões relativas aos problemas causados pelas inundações. Uma das possibilidades desta integração entre áreas seria obtida através Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, por meio de um "Controle de Enchentes", que seria coordenado pelo DAEE.

Como ação realista para aplicação de medidas mitigadoras para com os problemas das cheias na Bacia do Ribeirão Quilombo propõe-se além de uma sistemática integrada, também será necessário exigir novos estudos, que venham a aprofundar os diagnósticos e propostas apresentadas. Assim, o projeto poderá se expandir pelas demais micro-bacias do Ribeirão Quilombo, abrangendo, em longo

prazo, toda a Região Metropolitana de Campinas, principalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e Capivari, onde o Ribeirão Quilombo está inserido.

Por meio das recomendações sugeridas, apresenta-se propostas de trabalhos que poderão colaborar no interesse da procura de soluções para problemas de enchentes na Bacia do Ribeirão Quilombo. Estas propostas podem ser estudadas em trabalhos interdisciplinares por outros pesquisadores tanto na área de Engenharia como Arquitetura em novas Dissertações e Teses sobre os temas que aprofundarão os estudos apresentados até o presente momento. A seguir apresenta-se um elenco de possíveis sugestões que ajudarão a ampliar os “horizontes de projeto” desta dissertação.

- Projetos que venham a contemplar estudos de custo benefício, tangíveis e não tangíveis;
- Projetos que expandam os conceitos de Percepção Ambiental em áreas da Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e em específico da Bacia do Ribeirão Quilombo, onde a mesma está inserida, aplicando técnicas específicas, para se obter resultados voltados para a solução dos problemas de enchentes, bem como, estudos voltados à Educação Ambiental, fator preponderante para a solução dos problemas em estudo;
- Projetos que ampliem a aplicabilidade de Processamento Digital de Imagem de Sensoriamento Remoto - PDISR e Sistemas de Informação Geográfica – SIG, para desenvolver nos futuros levantamentos e interação de dados na dinamização destas ferramentas computacionais;
- Projetos que apresentem novas alternativas para habitações populares, mesmo realocando das áreas ribeirinhas dentro da Bacia do Ribeirão Quilombo para outras regiões, com a utilização de técnicas construtivas por meio de mutirões e outros;

- Projetos que venham de encontro com pesquisas sobre soluções para enchentes urbanas em outras partes do mundo, que apresentem relação com regiões metropolitanas como é o caso da Bacia do Ribeirão Quilombo que está inserida na região Metropolitana de Campinas;
- Projetos urbanísticos para áreas alagáveis com reservatórios de contenção, plantio de vegetação adequada e viável, com tratamento urbanístico específico para as mesmas, com reservatórios com usos múltiplos, adequando necessidades hidráulicas às soluções arquitetônicas;
- Projetos que propiciem levantamentos sócio-econômicos para a população da bacia em estudo, aprofundando o que já foi apresentado, para aplicação em Educação Ambiental;
- Projetos de reciclagem de lixo na região Metropolitana de Campinas, pois o mesmo é um dos fatores preponderantes para o agravamento das cheias, levantando as quantidades diárias produzidas, alternativas de reciclagem e estudo de áreas na bacia onde e seria possível implantar locais apropriados para tal modalidade;
- Projetos de interação social na procura de propostas específicas para áreas sujeitas a enchentes, como também é preponderante trabalhar com Educação Ambiental.

Seria muito prático e fácil simplesmente escrever as palavras “**Conclusões e Recomendações**” e dar meu trabalho por encerrado. Acredito que o mesmo está apenas iniciando, pois a seqüência e o êxito dependem do esforço, da conscientização, da participação e poderia até dizer da “Hidrosolidariedade” de cada cidadão na execução de uma nova realidade urbanística, onde o meio ambiente e os recursos hídricos sejam respeitados e as pessoas tenham condições dignas.

“As cidades foram, freqüentemente, comparadas a sinfonias e poemas, e a comparação parece-me perfeitamente natural. Trata-se, de fato, de objetos do mesmo tipo. A cidade pode mesmo ser mais valorizada, uma vez que se situa num ponto onde a natureza e os artificios se encontram. A cidade é um amontoado de animais, cuja história biológica é limitada por suas fronteiras, e onde cada ato racional e consciente por parte dessas criaturas ajuda a conformar o caráter final da cidade.

Tanto por sua forma como pela maneira de seu nascimento, a cidade tem ao mesmo tempo elementos de procriação biológica, evolução orgânica e criação estética.

É a um só tempo um objeto natural e uma coisa a ser cultivada; indivíduo e grupo; alguma coisa vivida e alguma coisa sonhada.

É a invenção humana por excelência.”

Claude Lévi-Strauss

Antropólogo

Nascido em 1908 em Bruxelas (Bélgica).

8 Anexos

Anexo 1 – Quadros 8.1 a 8.22 – Fonte: “Informativo Sócio – Econômico de Americana”, número 16, ano base 1.999 editado em 2.000 e elaborado pela Prefeitura Municipal de Americana, através da Secretaria de Planejamento, Controle e Meio Ambiente. (Tabela 5.1).

Relação	Designação dos Quadros
Quadro 8.1	Dados com as características gerais da Cidade de Americana
Quadro 8.2	Demonstrativo dos dados populacionais da Cidade de Americana
Quadro 8.3	Demonstrativo da densidade demográfica da área urbana do Município
Quadro 8.4	Dados Climáticos. Temperatura Média Máxima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP
Quadro 8.5	Dados Climáticos. Temperatura Média Mínima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP
Quadro 8.6	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias anuais.
Quadro 8.7	Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias mensais
Quadro 8.8	Dados sobre a precipitação Pluvial (em mm)
Quadro 8.9	Gráfico demonstrativo da precipitação anual (em mm)
Quadro 8.10	Precipitação Pluvial (em mm). Período de 1.975 a 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana
Quadro 8.11	Precipitação Pluvial (em mm). No ano de 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana
Quadro 8.12	Gráfico com as precipitações pluviais mensais (em mm)
Quadro 8.13	Gráfico com as precipitações pluviais anuais (em mm)
Quadro 8.14	Dados Meteorológicos. Alturas Diárias de Chuva
Quadro 8.15	Dados sobre abastecimento de água
Quadro 8.16	Energia Elétrica. Consumo Mensal e Anual (em KW/H). Gráfico demonstrativo do consumo em 1.999
Quadro 8.17	Atividades realizadas junto a CETESB nos anos de 1.997, 1.998 e 1.999

Quadro 8.18	Licenças Ambientais emitidas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor
Quadro 8.19	Penalidades aplicadas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor
Quadro 8.20	Receita Municipal, em R\$. – Participação percentual
Quadro 8.21	Demonstrativo da Receita Municipal, arrecadação do ICMS
Quadro 8.22	Demonstrativo da arrecadação dos Impostos Federais

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Fundação: 27 de agosto de 1875
Fundador: Capitão Ignácio Corrêa Pacheco
Emancipação Política: 12 de novembro de 1924

Area: 133,9 K m²

Urbana	97,4 Km ²	72,74%
Rural	27,5 Km ²	20,54%
Represa	9 Km ²	6,72%

Clima: Tropical
Relevo: Planalto
Altitude: 545 metros
Vento Predominante: Sudeste
Localização geográfica:
Latitude: 22°44'21"S
Longitude: 47°19'53"W

Rios: Piracicaba, Jaguari, Atibaia e Ribeirão Quilombo

Limites do Município:- Norte: Limeira
Nordeste: Cosmópolis
Oeste: Santa Bárbara D'Oeste
Sul: Nova Odessa
Leste: Paulínia

Vias de acesso:
Rodovia Anhanguera (SP 330)
Rodovia Luiz de Queiroz (SP 304)

População 1999 : 177.409 habitantes

	Homens	Mulheres	Total
Urbana	88.151	89.108	177.259
Rural	80	70	150
Total	88.231	89.178	177.409

Etnia: influência americana, portuguesa, alemã, árabe, com predominância italiana.

Comemoração:- 13 de junho: dia de Santo Antonio
(Padroeiro do Município)

Dista de:- São Paulo: 124 Km - (142 Km por ferrovia)
Rio de Janeiro: 547 Km
Campinas: 35 Km
Piracicaba: 38 Km
Limeira: 32 Km
Brasília: 954 Km

Aeroporto de Viracopos (Campinas) - 45 Km
Porto de Santos - 205 Km

Quadro 8.1 - Dados com as características gerais da Cidade de Americana

ANO	Total	Urbana	Rural	Suburbana
1940*	13.502	3.233	6.609	3.661
Americana	10.556	2.679	4.762	2.115
Nova Odessa	2.947	554	1.847	546
1950*	21.415	9.425	6.658	5.332
Americana	18.183	8.838	4.853	4.492
Nova Odessa	3.232	587	1.805	840
1960	37.856	32.000	5.856	-
1970	66.771	62.387	4.384	-
1980	122.055	121.794	261	-
1991	153.778	153.591	187	-
1992	156.610	156.430	180	-
1993	159.248	159.075	173	-
1994	161.706	161.539	167	-
1995	164.102	163.941	161	-
1996	167.911	167.756	155	-
1997	171.035	170.882	153	-
1998	174.439	174.286	153	-
1999	177.409	177.259	150	-

* O Município de Americana envolvia o Distrito de Nova Odessa

Quadro 8.2 – Demonstrativo dos dados populacionais da Cidade de Americana

ANO	DENSIDADE
1960	329 hab/Km ²
1970	641 hab/Km ²
1980	1.250 hab/Km ²
1991	1.577 hab/Km ²
1992	1.606 hab/Km ²
1993	1.633 hab/Km ²
1994	1.659 hab/Km ²
1995	1.683 hab/Km ²
1996	1.722 hab/Km ²
1997	1.754 hab/Km ²
1998	1.789 hab/Km ²
1999	1.821 hab/Km ²

Quadro 8.3 – Demonstrativo da densidade demográfica da área urbana do Município.

MES	1995	1996	1997	1998	1999
JAN	31,0	33,5	29,3	32,7	31,9
FEV	28,2	33,4	27,7	32,5	30,8
MAR	31,1	30,1	32,5	32,9	32,7
ABR	28,9	28,9	28,2	30,6	29,7
MAI	26,1	33,3	25,6	27,1	26,7
JUN	26,1	26,4	23,6	26,4	25,4
JUL	27,6	26,0	26,3	27,9	27,4
AGO	31,3	28,2	27,4	28,5	28,9
SET	28,8	26,2	28,8	28,7	28,8
OUT	27,9	28,6	29,0	27,4	29,2
NOV	31,7	28,4	30,2	31,5	30,4
DEZ	31,2	29,9	32,2	31,4	32,3

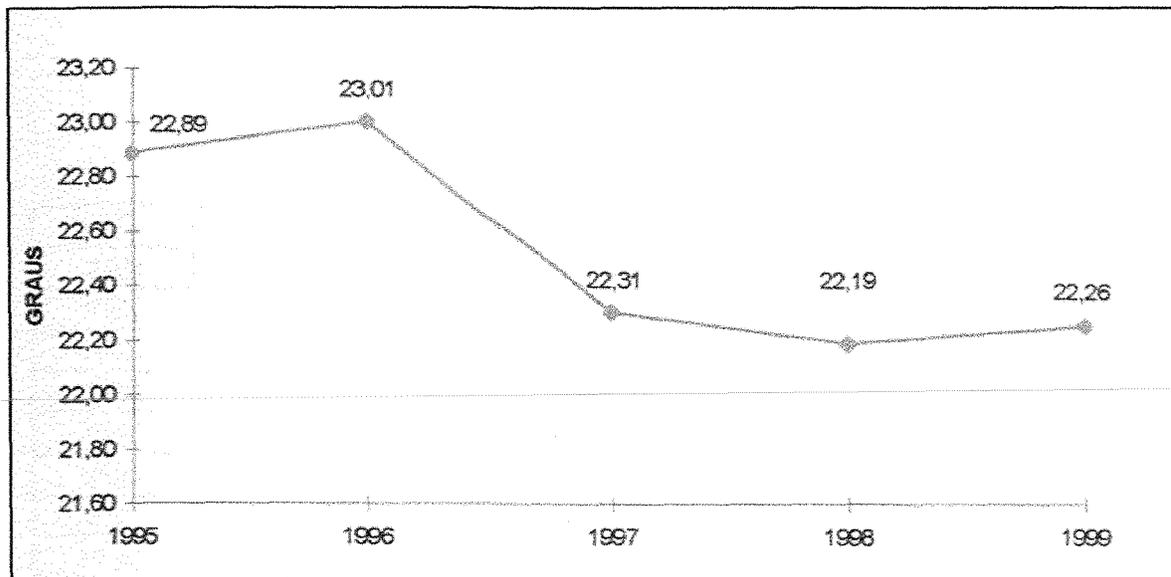
OBS: A temperatura máxima, no exercício de 1999, foi de 37,51°, verificada no dia 21 de Janeiro, às 16h08m.

Quadro 8.4 – Dados Climáticos. Temperatura Média Máxima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP.

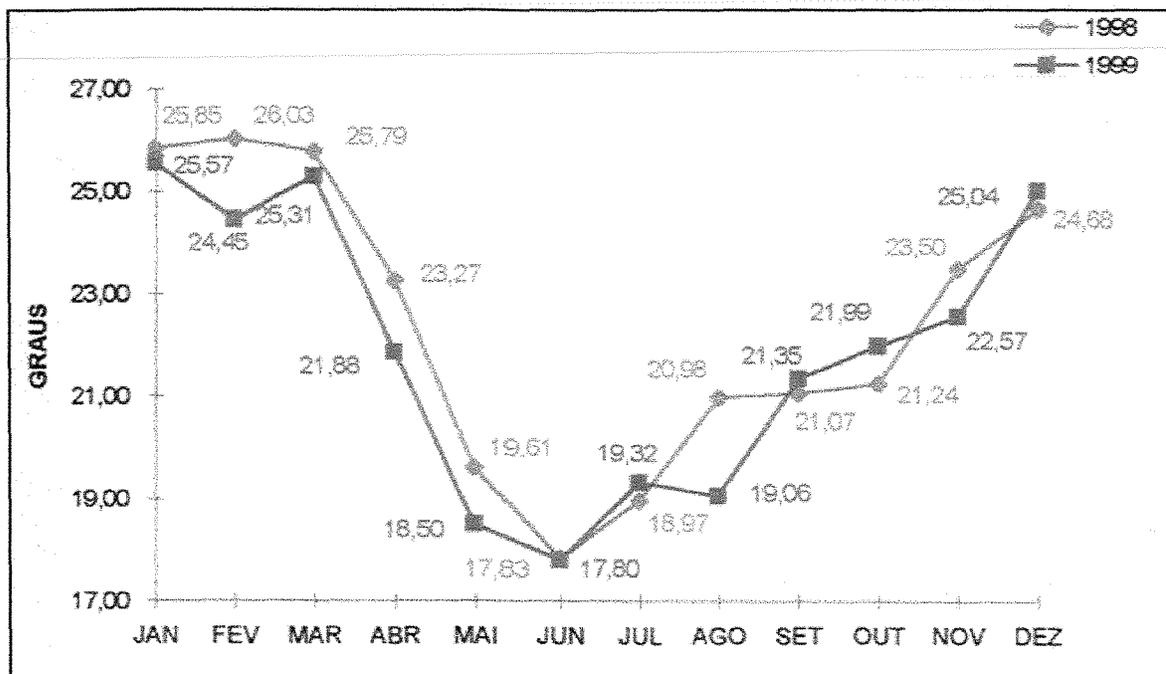
MES	1995	1996	1997	1998	1999
JAN	20,7	19,3	18,2	19,0	19,3
FEV	20,6	18,5	15,6	19,5	18,1
MAR	25,0	19,6	18,6	18,7	17,9
ABR	16,4	18,0	13,7	15,9	14,1
MAI	13,7	15,3	11,8	12,1	10,3
JUN	11,5	14,3	11,1	9,3	10,2
JUL	12,6	13,3	10,6	10,1	11,3
AGO	14,1	13,5	10,1	13,5	9,2
SET	14,9	13,6	14,3	13,4	13,9
OUT	16,4	15,5	15,8	15,1	14,8
NOV	16,1	15,7	18,0	15,5	14,7
DEZ	17,4	17,9	17,4	18,0	17,7

OBS: A temperatura mínima, no exercício de 1999, foi de 4,53°, verificada no dia 23 de maio, às 6h46m.

Quadro 8.5 – Dados Climáticos. Temperatura Média Mínima – Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP.



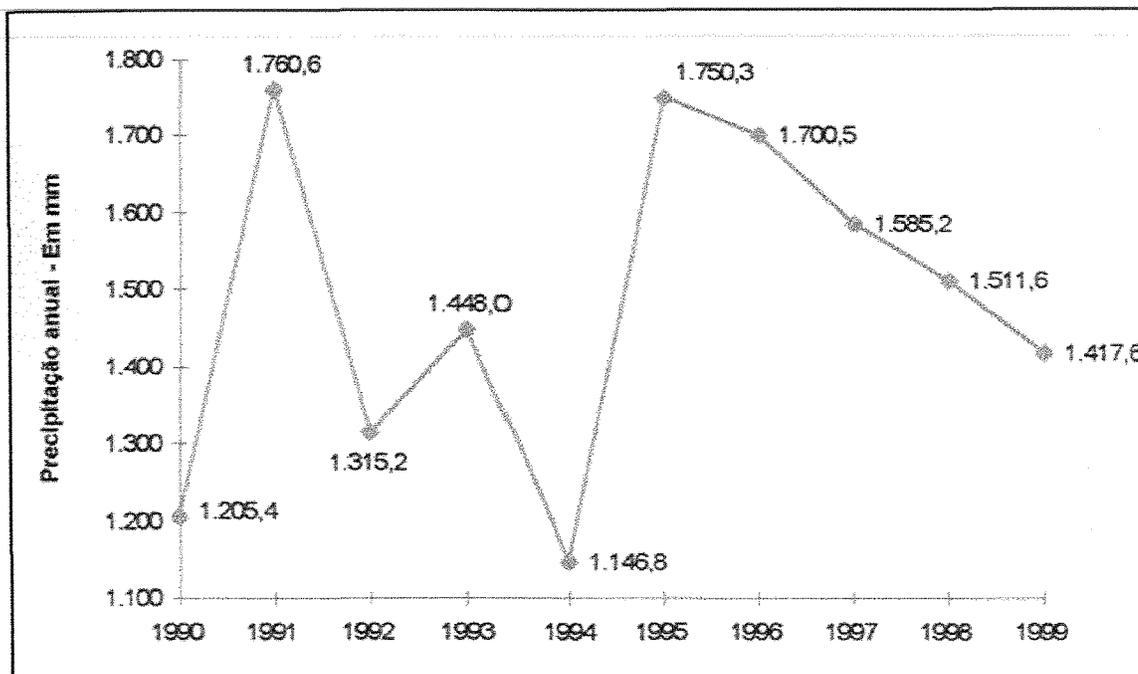
Quadro 8.6 – Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias anuais.



Quadro 8.7 – Dados Climáticos. Gráfico com as temperaturas médias mensais.

MES	1995	1996	1997	1998	1999
JAN	272,0	339,6	421,6	164,6	462,2
FEV	446,8	278,8	175,8	333,0	145,4
MAR	163,0	106,8	28,8	164,0	141,4
ABR	96,0	57,2	24,2	82,2	86,8
MAI	53,3	49,2	104,2	111,0	48,8
JUN	21,0	52,6	133,4	23,0	66,2
JUL	50,7	10,6	17,8	12,6	0,2
AGO	0,0	49,0	22,8	18,0	0,0
SET	64,0	138,2	95,6	94,4	74,4
OUT	163,3	204,0	94,8	167,8	35,8
NOV	153,6	202,2	270,2	53,2	84,4
DEZ	266,6	212,3	196,0	287,8	272,0
TOTAL	1.750,30	1.700,50	1.585,20	1.511,60	1.417,60

Quadro 8.8 – Dados sobre a precipitação Pluvial (em mm)



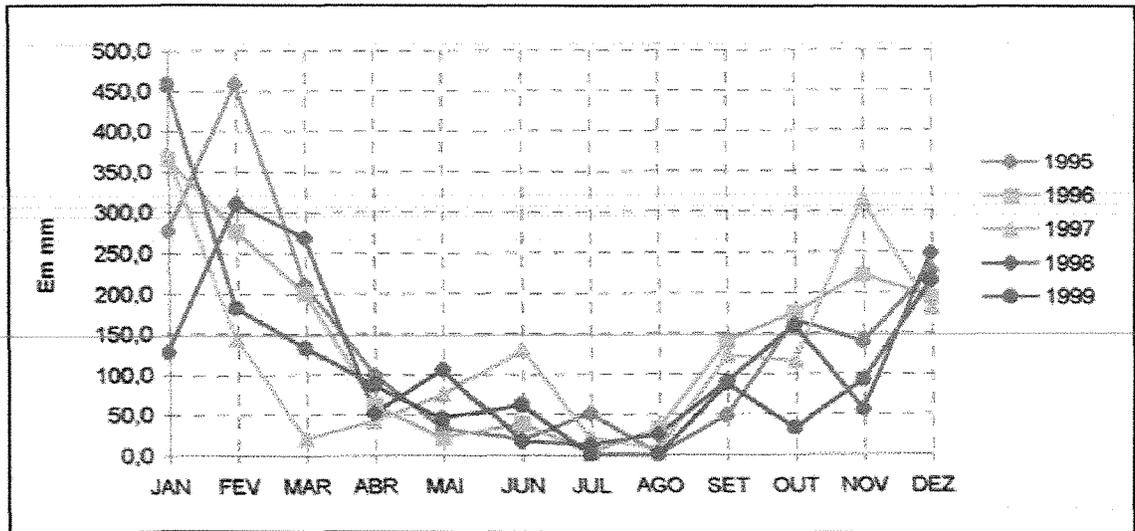
Quadro 8.9 – Gráfico demonstrativo da precipitação anual (em mm)

MES	Soma mm	Dias de Chuva	Média Máxima	Média Mínima	Média Diária	Precipit. Máxima		Precipit. Mínima	
						mm	Data	mm	Data
JAN	7.055,4	438	14,8	2,8	8,2	107,3	05/01/1976	0,0	03/01/1975
FEV	4.687,2	390	16,4	0,2	6,1	88,0	10/02/1996	0,0	07/02/1975
MAR	3.987,5	306	12,2	0,6	4,8	107,0	19/03/1990	0,0	01/03/1975
ABR	2.109,9	188	6,4	0,3	2,6	59,5	21/04/1996	0,0	02/04/1975
MAI	2.160,5	181	8,6	0,0	2,6	110,4	08/05/1979	0,0	01/05/1975
JUN	1.317,6	119	5,3	0,0	1,6	76,7	06/06/1976	0,0	01/06/1975
JUL	830,7	94	4,6	0,0	1,0	68,0	03/07/1976	0,0	01/07/1975
AGO	760,8	99	4,7	0,0	0,9	44,8	23/08/1984	0,0	01/08/1975
SET	2.088,1	215	7,4	0,0	2,6	56,6	19/09/1983	0,0	01/09/1975
OUT	2.822,8	245	9,1	0,0	3,5	75,0	28/10/1994	0,0	02/10/1975
NOV	3.500,9	305	10,1	0,0	4,4	103,6	08/11/1982	0,0	03/11/1975
DEZ	4.463,9	383	8,7	0,0	5,3	98,0	22/12/1994	0,0	03/12/1975
TOTAL	35.795,3	2.963	9,0	0,3	3,6	110,4	08/05/1979	0,0	03/01/1975

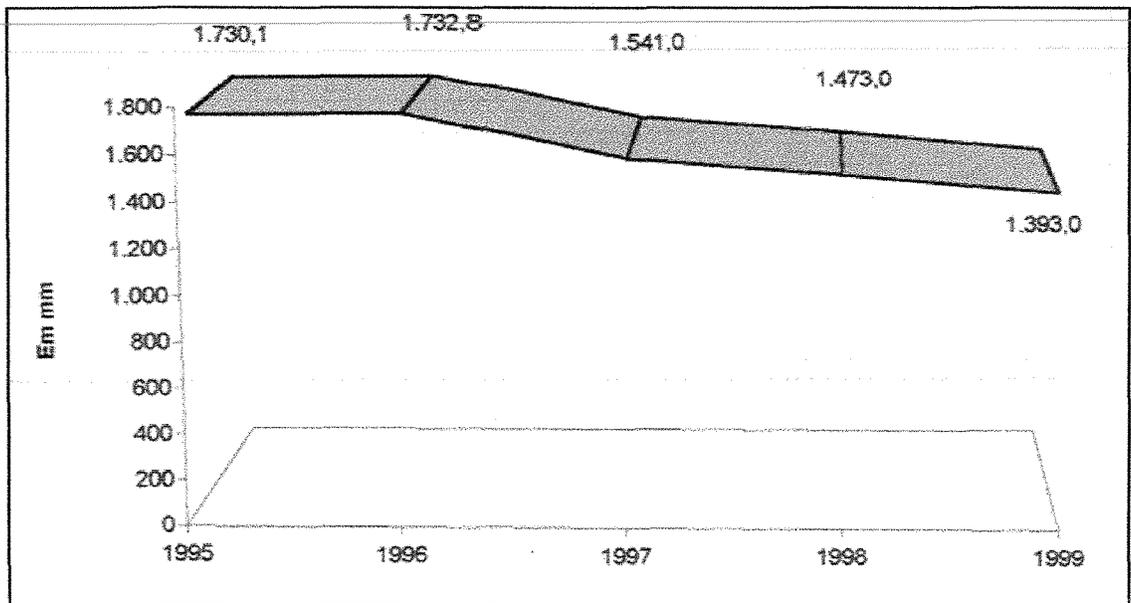
Quadro 8.10 – Precipitação Pluvial (em mm). Período de 1.975 a 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana.

MES	Soma mm	Dias de Chuva	Média Diária	Precipit. Máxima		Precipit. Mínima	
				mm	Dia	mm	Dia
JAN	457,5	20	14,8	70,4	7	0,0	1
FEV	182,0	18	6,5	65,6	1	0,0	4
MAR	132,9	6	4,3	65,2	11	0,0	1
ABR	85,8	6	2,9	32,0	16	0,0	1
MAI	45,3	3	1,5	33,8	7	0,0	1
JUN	61,9	6	2,1	36,0	21	0,0	1
JUL	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	1
AGO	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	1
SET	87,3	7	2,9	23,5	9	0,0	1
OUT	33,0	8	1,1	12,8	23	0,0	1
NOV	92,3	13	3,1	39,5	23	0,0	1
DEZ	215,0	14	7,2	45,8	7	0,0	1
TOTAL	1.393,0	101	3,9	70,4	07/01	0,0	01/01

Quadro 8.11 – Precipitação Pluvial (em mm). No ano de 1.999. Fonte: CPFL Usina de Americana.



Quadro 8.12 – Gráfico com as precipitações pluviiais mensais (em mm).



Quadro 8.13 – Gráfico com as precipitações pluviiais anuais (em mm).

DIM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	65,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	11,7	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
3	2,6	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
4	51,1	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
5	15,7	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	26,1
6	57,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0
7	70,4	0,0	0,0	0,0	33,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,8
8	54,3	2,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	9,1
9	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5	4,1	3,2	18,3
10	6,5	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	1,7	0,0
11	0,0	17,3	65,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	18,6
12	13,5	6,2	26,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	1,8	19,5
13	20,0	0,0	0,0	0,0	2,7	2,5	0,0	0,0	10,0	0,0	14,5	0,5
14	1,9	2,7	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	31,7
15	66,2	0,0	0,0	29,5	0,0	11,5	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	8,6
16	21,5	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0
17	4,4	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0
18	15,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	12,9	0,0	0,0	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
22	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	12,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	39,5	6,0
24	0,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,2
25	2,2	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
26	6,5	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
27	22,5	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0
28	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	15,0
29	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0		9,5	0,0	8,8	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	8,4		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0		0,0
Soma	457,5	182,0	132,9	85,8	45,3	61,9	0,0	0,0	85,3	33,0	92,3	215,0

Quadro 8.14 – Dados Meteorológicos. Alturas Diárias de Chuva.

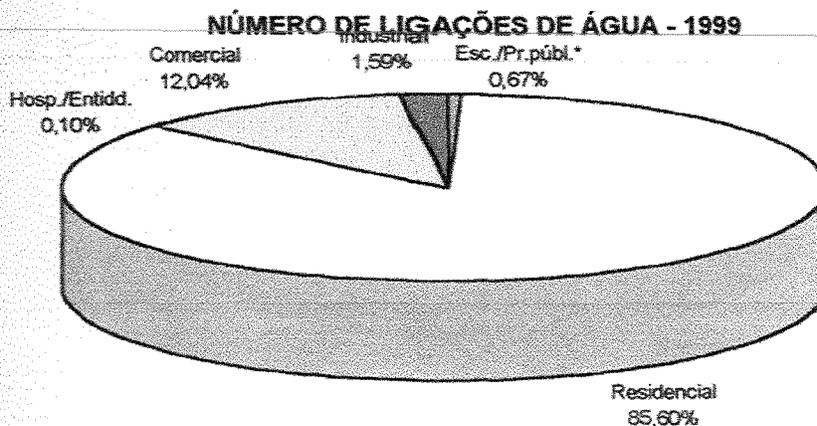
NÚMERO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA				
	1996	1997	1998	1999
Residencial	41.421	43.237	43.635	45.955
Comercial	4.620	4.958	5.590	6.463
Industrial	868	839	773	851
Escolas/Prédios públicos*	339	367	377	362
Hospitais/Entidades	48	48	49	54
TOTAL	47.296	49.449	50.424	53.685

* Escolas, Hortas Comunitárias e Prédios Públicos

EXTENSÃO TOTAL DA REDE DE ÁGUA em dezembro:

de 1996: 669.024,00 m
 de 1997: 671.859,00 m
 de 1998: 696.824,00 m
 de 1999: 721.999,00 m

OBS: 99% do Município é atendido pela rede de água



NÚMERO DE ECONOMIAS DE ÁGUA				
	1996	1997	1998	1999
Residencial	51.667	53.926	55.225	58.864
Comercial	5.809	6.235	7.617	9.289
Industrial	911	872	811	944
Escolas/Prédios públicos	375	402	384	365
Hospitais/Entidades	49	49	54	63
TOTAL	58.811	61.484	64.091	69.525

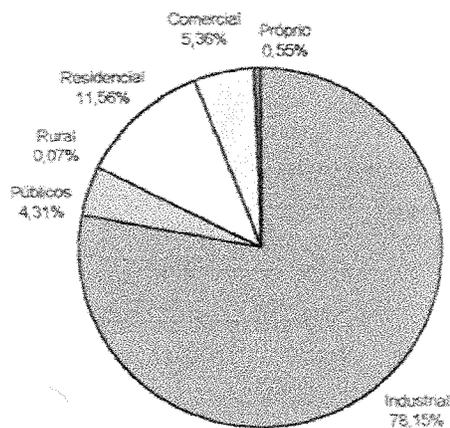
Quadro 8.15 – Dados sobre abastecimento de água.

Mês/Cat.	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Públicos	Próprio	TOTAL
JAN	11.873.921	64.341.844	5.512.756	66.540	4.409.732	471.002	86.675.795
FEV	11.496.168	75.950.840	5.575.693	65.600	4.540.437	640.272	96.269.010
MAR	11.705.134	81.485.940	5.722.957	66.952	3.995.935	417.843	103.394.761
ABR	12.263.252	82.256.976	5.964.098	73.343	4.639.502	420.108	105.617.279
MAI	11.411.843	78.210.408	5.196.617	69.860	4.205.782	493.202	99.587.732
JUN	11.861.819	81.634.176	5.163.702	72.522	4.360.911	476.960	103.569.490
JUL	11.964.862	78.711.027	5.125.987	79.969	4.421.259	490.934	100.794.038
AGO	11.635.260	79.135.437	5.106.507	77.563	4.316.961	503.096	100.774.846
SET	12.652.595	86.647.497	5.745.322	83.042	4.729.424	477.072	110.334.952
OUT	11.879.046	82.472.350	5.592.753	80.600	4.415.752	499.351	104.939.852
NOV	11.740.570	84.183.543	5.595.940	80.201	4.524.929	1.083.476	107.208.659
DEZ	11.475.366	84.928.847	5.595.443	69.067	4.343.254	737.458	107.149.435
TOTAL	141.959.836	959.958.885	65.897.775	885.279	52.903.898	6.710.176	1.228.315.849

CONSUMO ANUAL EM KWH

Cat./Ano	1996	1997	1998	1999	Cresc.(%)
Industrial	839.889.062	903.211.912	938.223.063	959.958.885	2,32
Residencial	127.444.893	134.739.610	140.235.740	141.959.836	1,23
Comercial	53.155.482	59.573.677	63.490.534	65.897.775	3,79
Rural	796.666	807.489	775.590	885.279	14,14
Públicos	50.481.116	52.073.900	51.953.247	52.903.898	1,83
Próprio	8.255.843	6.898.972	5.862.725	6.710.176	14,45
TOTAL	1.080.023.062	1.157.305.560	1.200.540.899	1.228.315.849	2,31

CONSUMO EM 1999



Quadro 8.16 – Energia Elétrica. Consumo Mensal e Anual (em KWH). Gráfico demonstrativo do consumo em 1.999.

ATIVIDADES REALIZADAS	1997	1998	1999
Inspeções	706	728	709
Licenças de Instalação	94	179	183
Licenças de Funcionamento	105	194	217
Penalidades Aplicadas	137	154	124
Auto de Intimação	62	57	39
Cert.Aut.Dispos. Resíduos Ind.	11	33	54
Aut. Treinam. Combate Incênd.	7	6	11
Atendimento à reclamações	429	593	847
Atendimento ao Público	1.594	2.157	2.466

As reclamações de 1999 geraram 1.153 registros de incômodo, sendo que 24,3% foram relativos a odor, 23,3% a ruído, 18,3% a fumaça, 10,0% a fuligem, 6,16% a queima de palha de cana e 17,9% a outros tipos. O total de empresas denunciadas foi de 326.

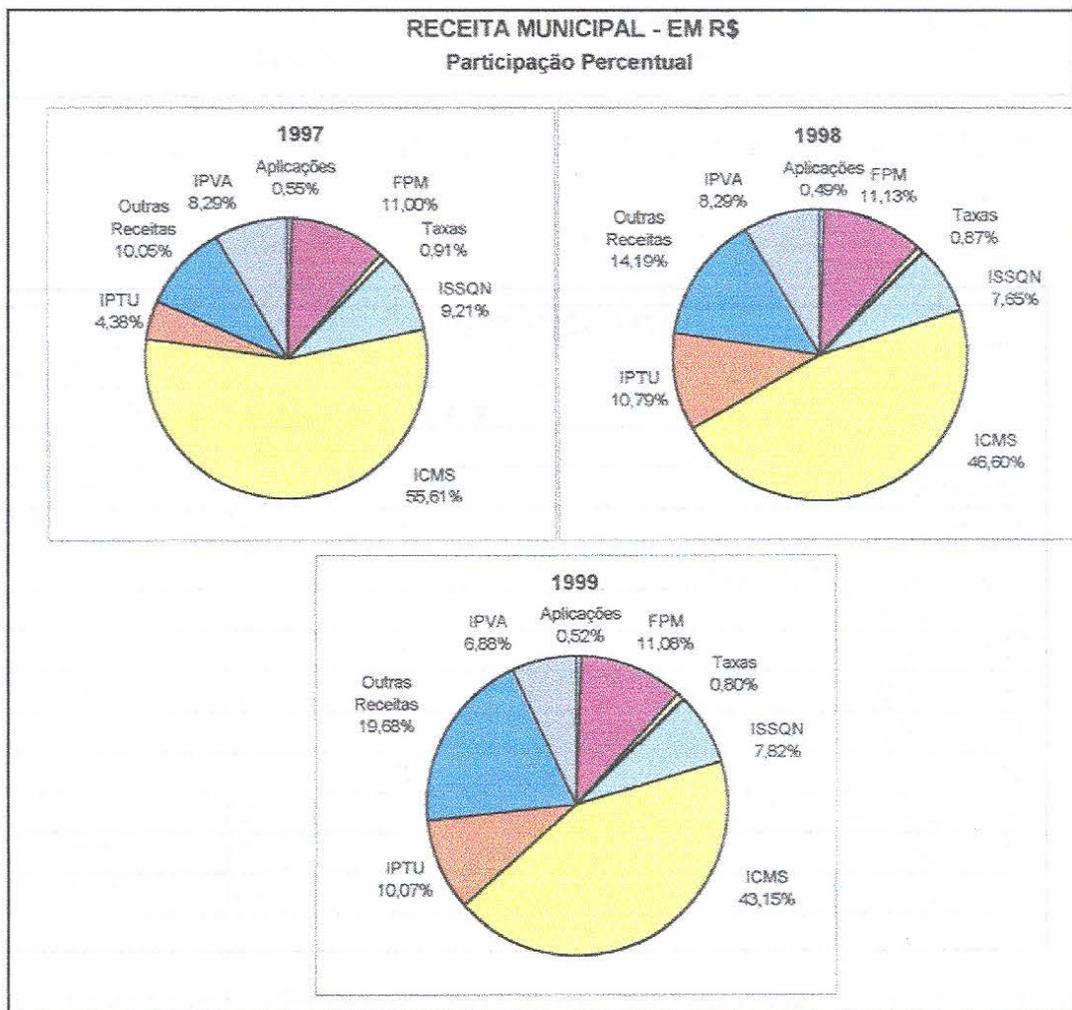
Quadro 8.17 – Atividades realizadas junto a CETESB nos anos de 1.997, 1.998 e 1.999.

LICENÇAS AMBIENTAIS EMITIDAS				
ATIVIDADES INDUSTRIAIS POR SETOR	Instalação		Funcionamento	
	1998	1999	1998	1999
Têxtil	69	76	85	89
Mecânica	31	21	25	21
Metalúrgica	16	16	16	20
Prod. Materiais Plásticos	11	7	7	9
Química	14	6	20	13
Mobiliário	6	5	2	5
Editora e Gráfica	1	3	6	2
Papel e Papelão	0	3	3	4
Borracha	2	2	6	5
Material elétrico	1	2	5	1
Diversos	27	42	19	48
TOTAL	178	183	194	217

Quadro 8.18 – Licenças Ambientais emitidas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor.

PENALIDADES APLICADAS POR CAMPO DE INFRAÇÃO	1998		1999	
	Advertênc.	Multas	Advertênc.	Multas
Poluição do ar	27	7	25	3
Poluição das águas	10	4	19	4
Poluição por resíduos sólidos	22	1	3	0
Poluição por ruído/vibração	1	0	2	0
Licenciamento	70	12	52	16
TOTAL	130	24	101	23

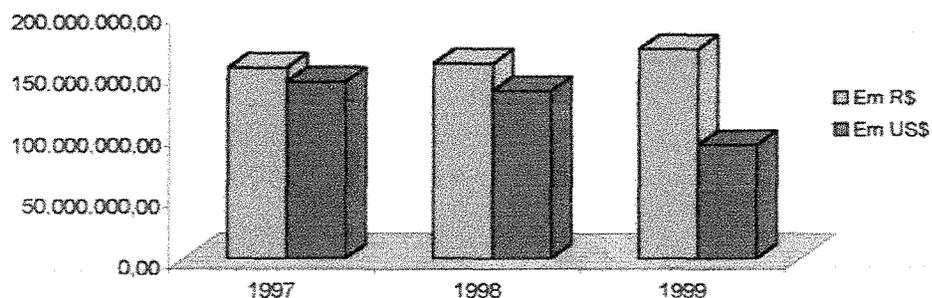
Quadro 8.19 – Penalidades aplicadas pela CETESB nos anos de 1.998 e 1.999, para Instalação e Funcionamento em atividades industriais por setor.



Quadro 8.20 – Receita Municipal, em R\$. – Participação percentual.

Mês / Ano	Em R\$		
	1997	1998	1999
JAN	13.831.821,81	10.509.455,12	12.026.858,90
FEV	10.560.686,36	8.716.460,91	11.050.346,07
MAR	13.144.502,82	12.649.378,91	14.775.224,84
ABR	13.251.989,05	13.163.716,92	13.855.885,49
MAI	12.253.786,49	11.972.223,14	12.928.714,08
JUN	12.531.155,13	25.424.192,73	15.386.738,75
JUL	18.486.035,09	13.529.384,78	16.870.083,75
AGO	13.883.217,87	10.246.304,52	15.706.747,76
SET	11.943.378,82	11.359.351,33	14.045.951,31
OUT	11.715.911,43	13.582.967,33	15.523.544,28
NOV	12.400.155,08	14.195.497,81	12.654.328,70
DEZ	11.337.944,44	13.427.957,24	15.485.828,76
TOTAL	155.340.584,39	158.776.890,74	170.310.252,69

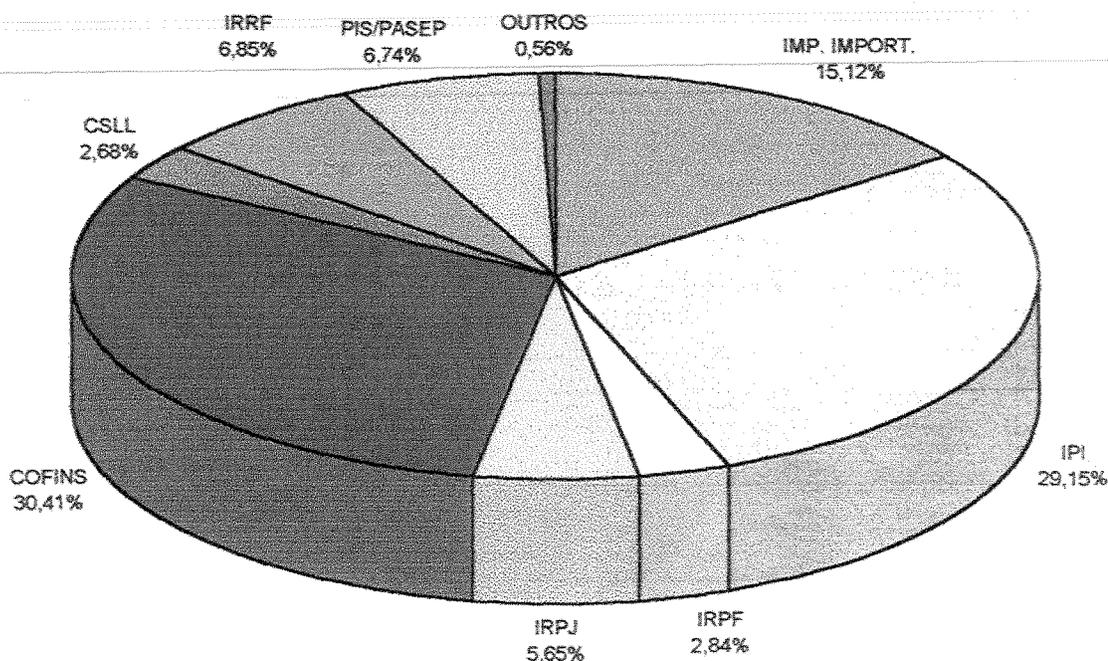
Mês / Ano	Em US\$		
	1997	1998	1999
JAN	13.223.539,02	9.350.049,04	5.727.075,67
FEV	10.048.226,79	7.713.682,22	5.416.836,31
MAR	12.400.474,36	11.125.223,32	8.590.247,00
ABR	12.454.876,93	11.506.745,56	8.301.908,62
MAI	11.441.443,97	10.401.583,96	7.516.694,23
JUN	11.635.241,53	21.974.237,45	8.772.371,01
JUL	17.053.537,91	11.633.176,94	9.361.866,68
AGO	12.713.569,48	8.705.441,39	8.180.597,79
SET	10.887.309,77	9.585.950,49	7.251.394,58
OUT	10.612.238,61	11.385.555,18	7.960.791,94
NOV	11.171.310,88	11.809.898,34	6.577.093,92
DEZ	10.150.353,12	11.115.858,64	8.593.689,66
TOTAL	143.792.122,37	136.307.402,54	92.250.567,40



Quadro 8.21 – Demonstrativo da Receita Municipal, arrecadação do ICMS.

RECEITA ARRECADADA EM R\$		
TRIBUTOS (impostos e contribuições)	1998	1999
Imposto s/ a importação	65.763	27.342.516
IPI - Imposto s/ prod. industrializados	45.359.151	52.703.645
IRPF - Imposto s/ a renda (pessoa física)	5.516.376	5.132.659
IRPJ - Imposto s/ a renda (pessoa jurídica)	9.113.791	10.220.862
IRRF - Imposto s/ a renda (retido na fonte)	11.575.668	12.382.599
COFINS	35.487.723	54.982.684
Contribuição para o PIS/PASEP	9.326.248	12.177.851
CSLL - Contribuição social s/ o lucro	5.887.453	4.852.548
Outros	409.588	1.004.502
TOTAL DAS RECEITAS	122.741.761	180.799.866

PARTICIPAÇÃO ANUAL - 1999



Quadro 8.22 – Demonstrativo da arrecadação dos Impostos Federais.

Anexo 2 - Coleção de Fotografias do Ribeirão Quilombo e de afluentes nas cidades que fazem parte da sua bacia. (Tabela 5.2)

Relação	Designação das Fotografias
Mapa	Planta de localização das fotografias da Bacia do Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.1	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.2	Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo - Área Urbana
Fotografia 8.3	Hortolândia – Córrego Santa Clara
Fotografia 8.4	Hortolândia – Córrego Santa Clara - Ponte Santana
Fotografia 8.5	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Altura da Rua Santana
Fotografia 8.6	Hortolândia – Várzea do Ribeirão Jacuba - Perímetro Urbano fundo
Fotografia 8.7	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia da Rua Três
Fotografia 8.8	Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia Estrada BS Continental
Fotografia 8.9	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Avenida Antônio Rodrigues
Fotografia 8.10	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Ponte Antônio Rodrigues
Fotografia 8.11	Nova Odessa – Ribeirão Quilombo - Fazenda Fortaleza
Fotografia 8.12	Nova Odessa – Afluente Córrego Capuava
Fotografia 8.13	Nova Odessa – Córrego Capuava - Rua Sugesmungo Anderman
Fotografia 8.14	Nova Odessa – Córrego Capuava - Travessia Rua Sugesmungo

Parte da Fonte destas fotografias é do Rel.Sup./GTTP n.10-05/1999



Fotografia 8.1 – Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo



Fotografia 8.2 – Hortolândia – Vale do Ribeirão Quilombo - Área Urbana ao fundo



Fotografia 8.3 – Hortolândia – Córrego Santa Clara



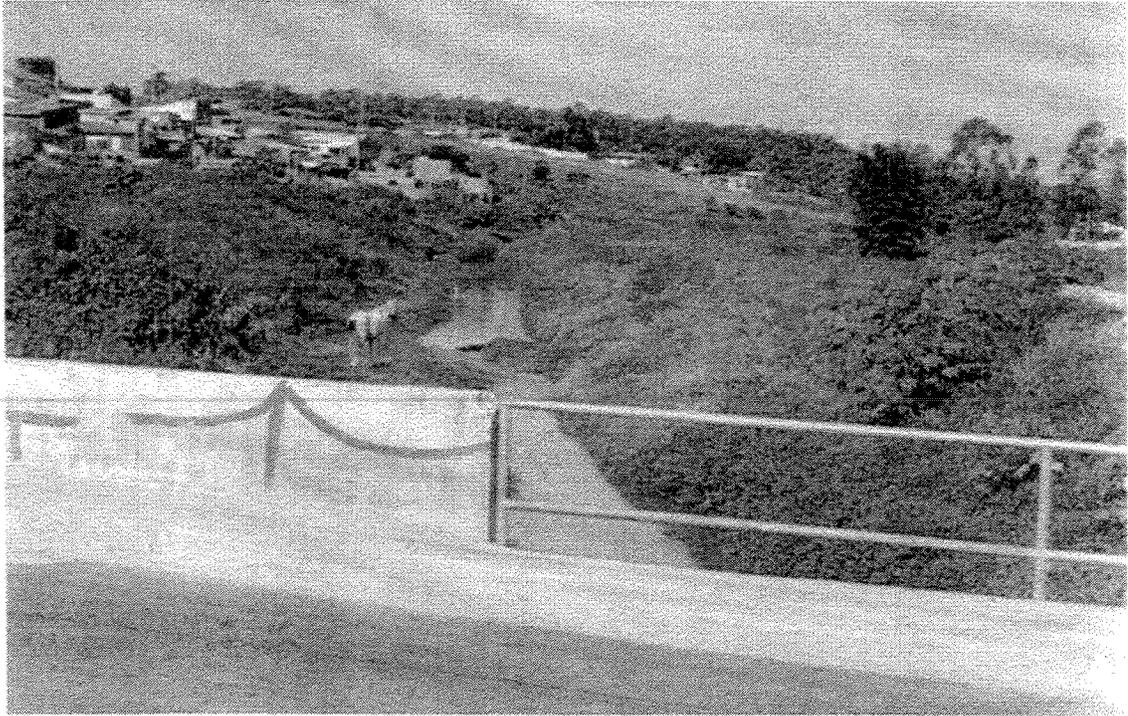
Fotografia 8.4 – Hortolândia – Córrego Santa Clara - Ponte Santana



Fotografia 8.5 – Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Altura Rua Santana



Fotografia 8.6 – Hortolândia – Várzea do Ribeirão Jacuba - Perímetro Urbano



Fotografia 8.7 – Hortolândia – Ribeirão Jacuba, travessia da Rua Três



Fotografia 8.8 – Hortolândia – Ribeirão Jacuba - Travessia da Estrada BS Continental



Fotografia 8.9 – Nova Odessa – Ribeirão Quilombo, Avenida Antônio Rodrigues



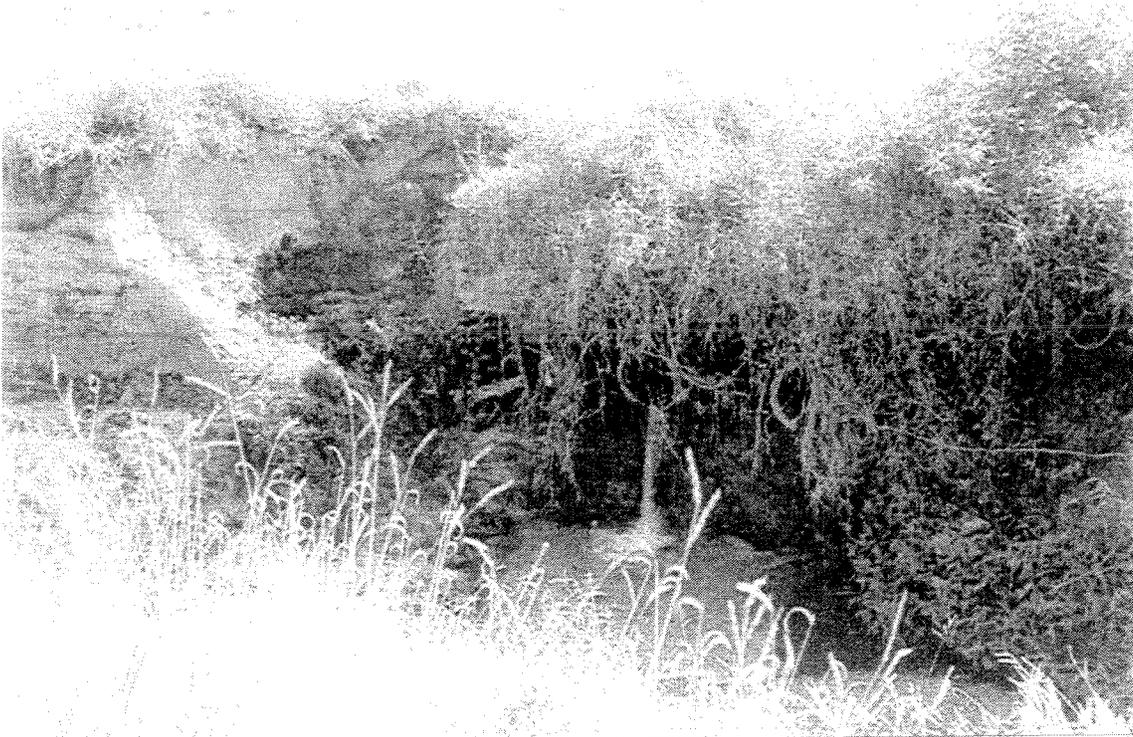
Fotografia 8.10 – Nova Odessa – Ribeirão Quilombo, Ponte Antônio Rodrigues



Fotografia 8.11 – Nova Odessa – Ribeirão Quilombo, Fazenda Fortaleza



Fotografia 8.12 – Nova Odessa – Afluente do Córrego Capuava



Fotografia 8.13 – Nova Odessa – Córrego Capuava – Rua Sugesmungo Anderman



Fotografia 8.14 – Nova Odessa – Córrego Capuava - Travessia da Rua Sugesmundo

Anexo 3 - Coleção de Fotografias do Ribeirão Quilombo e de afluentes, específicas da bacia dentro do território de Americana. (Tabela 5.3)

Relação	Designação das Fotografias
Mapa	Planta de localização das fotografias da Bacia do Ribeirão Quilombo no território da Cidade de Americana
Fotografia 8.1	Córrego Parque - Travessia da rua São Salvador
Fotografia 8.2	Córrego Parque - Travessia da Avenida Brasil
Fotografia 8.3	Córrego Parque - Travessia Rua das Paineiras
Fotografia 8.4	Córrego Parque - Jusante da travessia da Rua São Salvador
Fotografia 8.5	Córrego Parque - Saída do Parque Ecológico
Fotografia 8.6	Córrego Parque - Escada de dissipação
Fotografia 8.7	Córrego Parque - Trecho canalizado
Fotografia 8.8	Córrego Parque - Rua das Palmeiras
Fotografia 8.9	Córrego Parque - Praça Ideal
Fotografia 8.10	Córrego Parque - Avenida Brasil com erosão
Fotografia 8.11	Córrego Parque - Lago do Parque Ecológico
Fotografia 8.12	Córrego Parque - Final do trecho canalizado
Fotografia 8.13	Córrego Parque - Desembocadura no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.14	Córrego Galo - Desembocadura no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.15	Ribeirão Quilombo - Rodovia SP-304
Fotografia 8.16	Ribeirão Quilombo - Margem direita
Fotografia 8.17	Ribeirão Quilombo - Várzea entre Rua V. Saciloto e Linha Férrea
Fotografia 8.18	Ribeirão Quilombo – Vista da Rodovia SP - 304
Fotografia 8.19	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba
Fotografia 8.20	Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba

Fotografia 8.21	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa
Fotografia 8.22	Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa
Fotografia 8.23	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo
Fotografia 8.24	Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo
Fotografia 8.25	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najar
Fotografia 8.26	Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najar
Fotografia 8.27	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.28	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.29	Córrego Pyles - Trecho canalizado
Fotografia 8.30	Córrego Pyles – Área desmatada sem proteção
Fotografia 8.31	Córrego Pyles – Parque de lazer
Fotografia 8.32	Ribeirão Quilombo - Obras de desassoreamento
Fotografia 8.33	Ribeirão Quilombo - Trecho de estreitamento
Fotografia 8.34	Ribeirão Quilombo - Área Central
Fotografia 8.35	Ribeirão Quilombo - Foz do Córrego Parque
Fotografia 8.36	Ribeirão Quilombo – Comércio irregular (ocupação clandestina)
Fotografia 8.37	Ribeirão Quilombo - Ocupação clandestina em APPA
Fotografia 8.38	Ribeirão Quilombo - Usina de Carioba
Fotografia 8.39	Córrego Angélica - Fazenda Boer
Fotografia 8.40	Córrego Angélica - Área destinada de preservação da nascente
Fotografia 8.41	Córrego Angélica – despejo de emissário de esgoto
Fotografia 8.42	Córrego Angélica – Pequeno trecho canalizado
Fotografia 8.43	Córrego Angélica - Faixa de preservação
Fotografia 8.44	Córrego Angélica - Faixa de preservação (depósito de lixo)

Fotografia 8.45	Córrego Angélica - Avenida Nossa Senhora de Fátima
Fotografia 8.46	Córrego Angélica - Foz no Ribeirão Quilombo
Fotografia 8.47	Córrego Parque - Trecho canalizado
Fotografia 8.48	Córrego Parque - Trecho canalizado

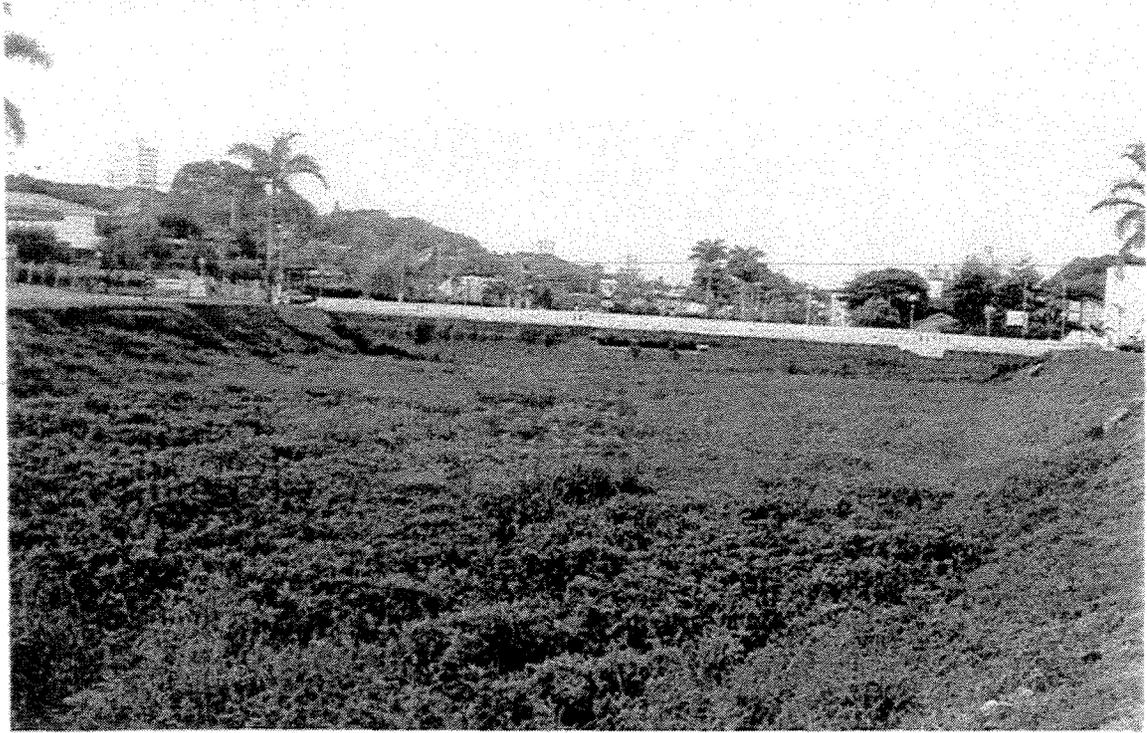
Parte da Fonte destas fotografias é do Rel.Sup./GTTP n.10-05/1999



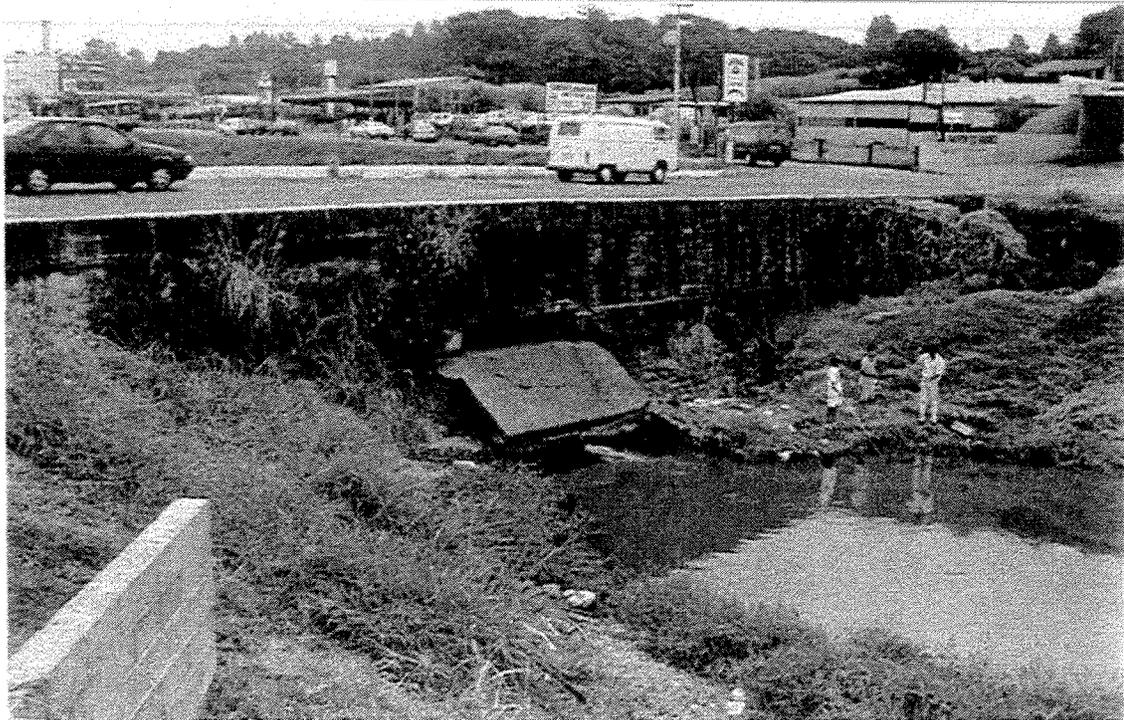
Fotografia 8.1 - Córrego Parque - Travessia da rua São Salvador



Fotografia 8.2 - Córrego Parque - Travessia da avenida Brasil



Fotografia 8.3 - Córrego Parque - Travessia Rua das Paineiras



Fotografia 8.4 - Córrego Parque - Jusante da travessia da Rua São Salvador



Fotografia 8.5 - Córrego Parque - Saída do Parque Ecológico



Fotografia 8.6 - Córrego Parque - Escada de dissipação



Fotografia 8.7 - Córrego Parque - Trecho canalizado



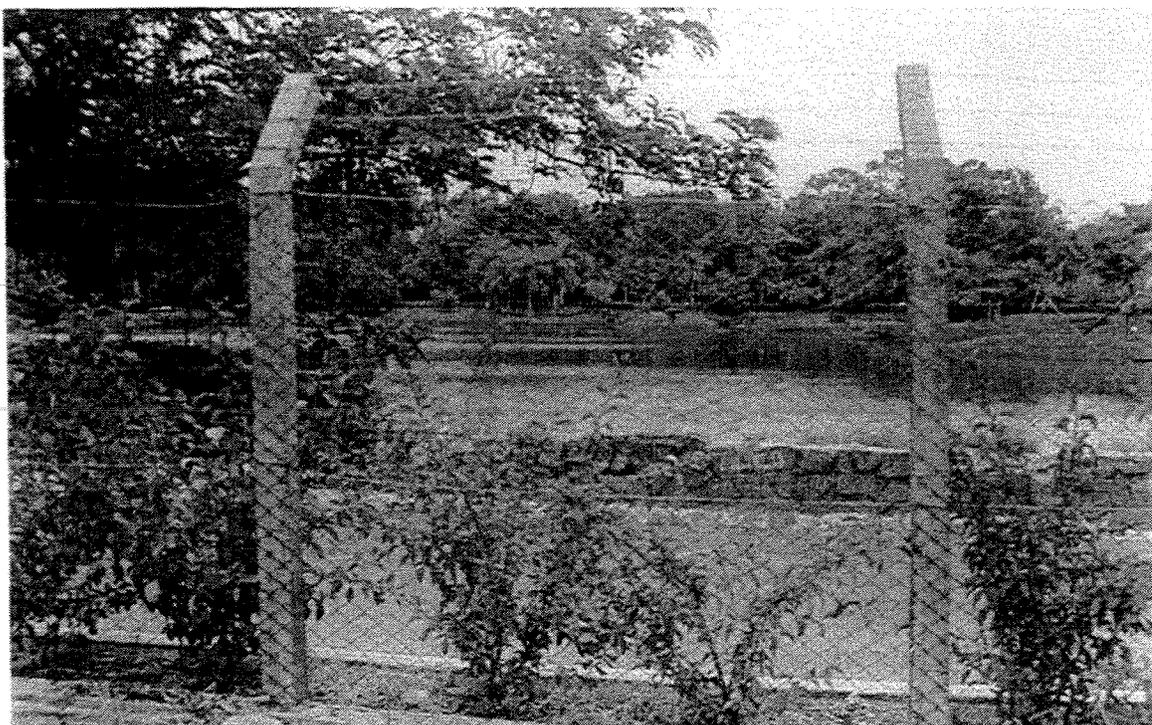
Fotografia 8.8 - Córrego Parque - Rua das Palmeiras



Fotografia 8.9 - Córrego Parque - Praça Ideal



Fotografia 8.10 - Córrego Parque - Avenida Brasil com erosão



Fotografia 8.11 - Córrego Parque - Lago do Parque Ecológico



Fotografia 8.12 - Córrego Parque - Final do trecho canalizado



Fotografia 8.13 - Córrego Parque - Desembocadura no Ribeirão Quilombo



Fotografia 8.14 - Córrego Galo - Desembocadura no Ribeirão Quilombo



Fotografia 8.15 - Ribeirão Quilombo - Rodovia SP-304



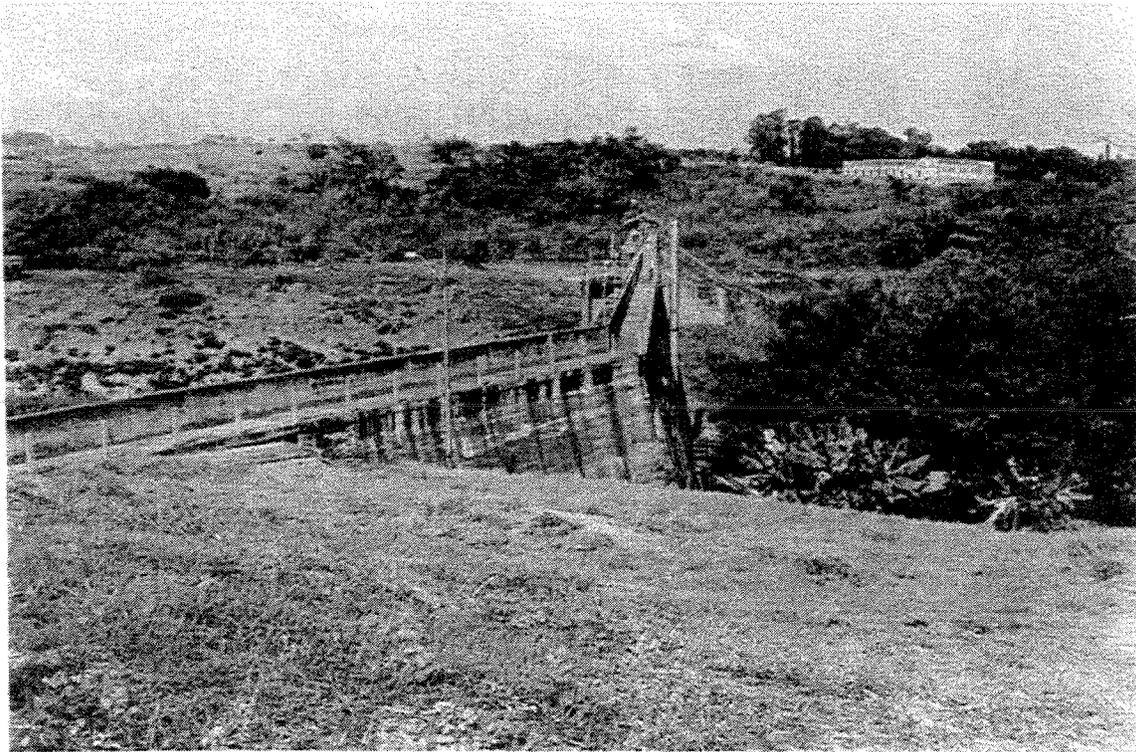
Fotografia 8.16 - Ribeirão Quilombo - Margem direita



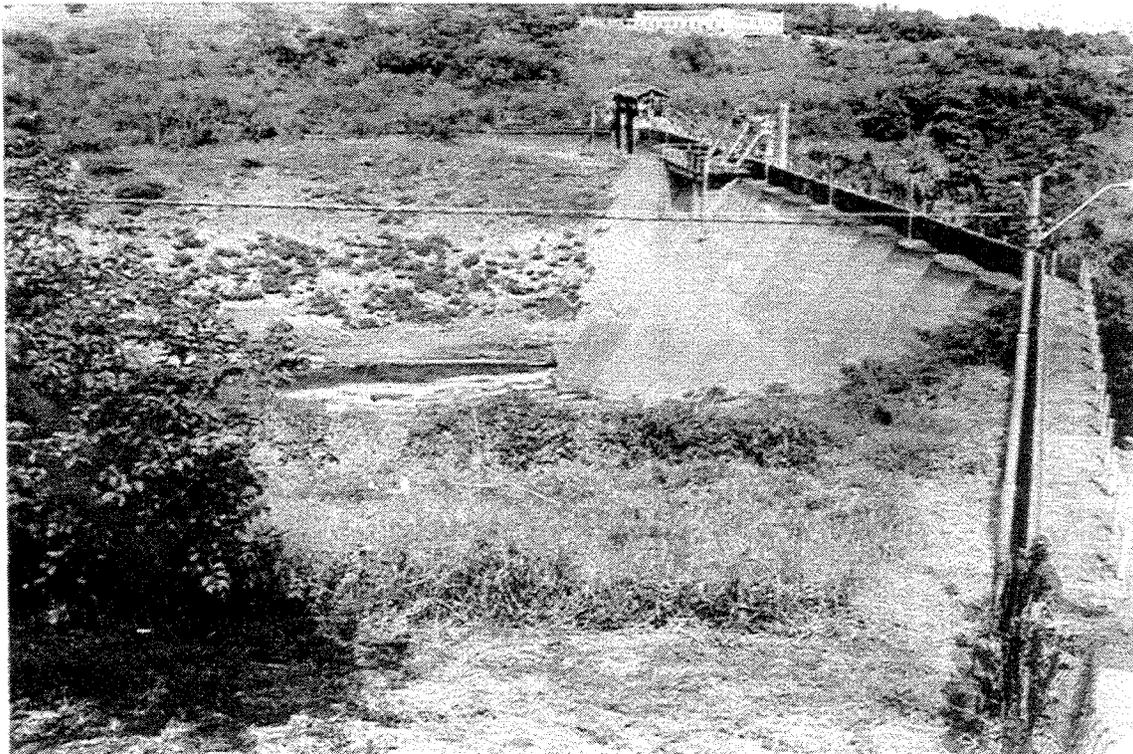
Fotografia 8.17 - Ribeirão Quilombo - Várzea entre Rua V. Saciloto e Linha Férrea



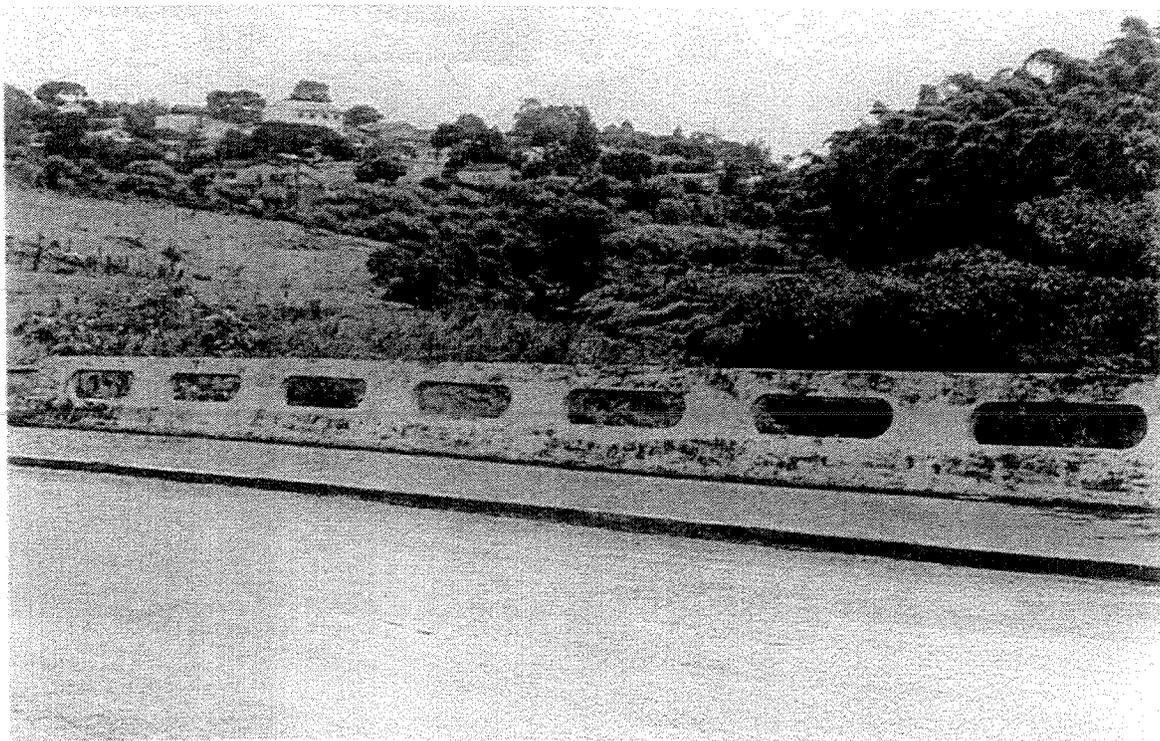
Fotografia 8.18 - Ribeirão Quilombo – Vista da Rodovia SP - 304



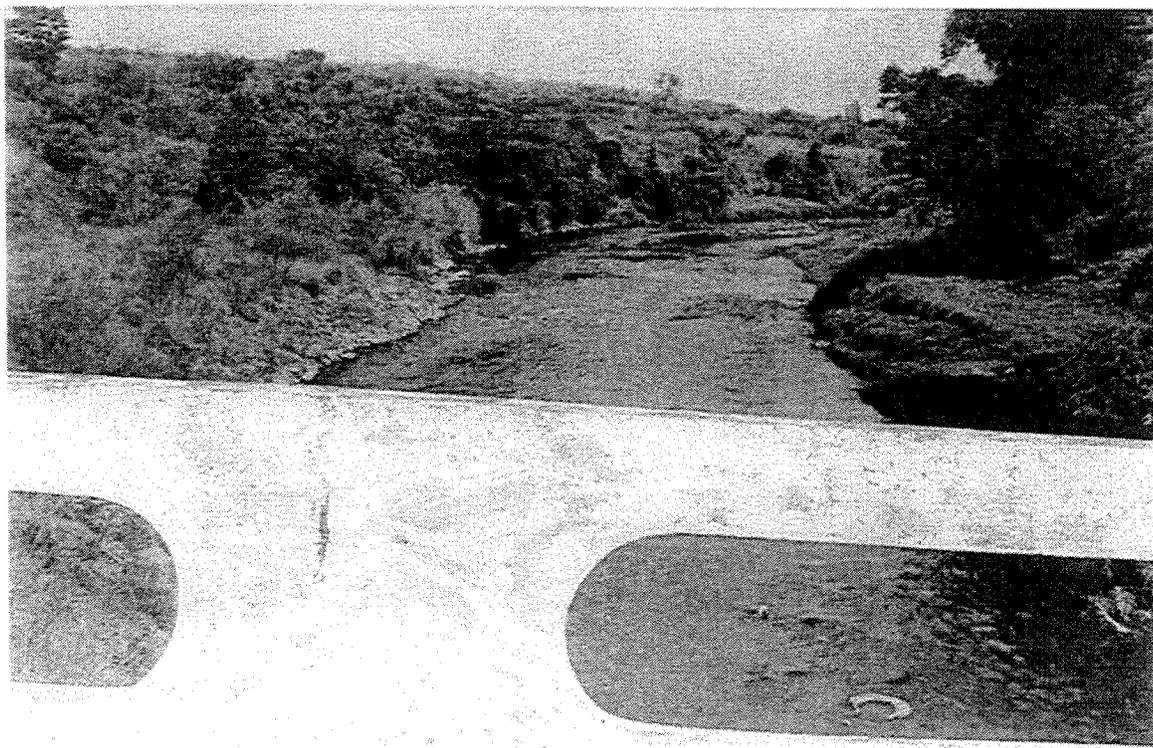
Fotografia 8.19 - Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba



Fotografia 8.20 - Ribeirão Quilombo – Barragem da Hidrelétrica Carioba



Fotografia 8.21 - Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa



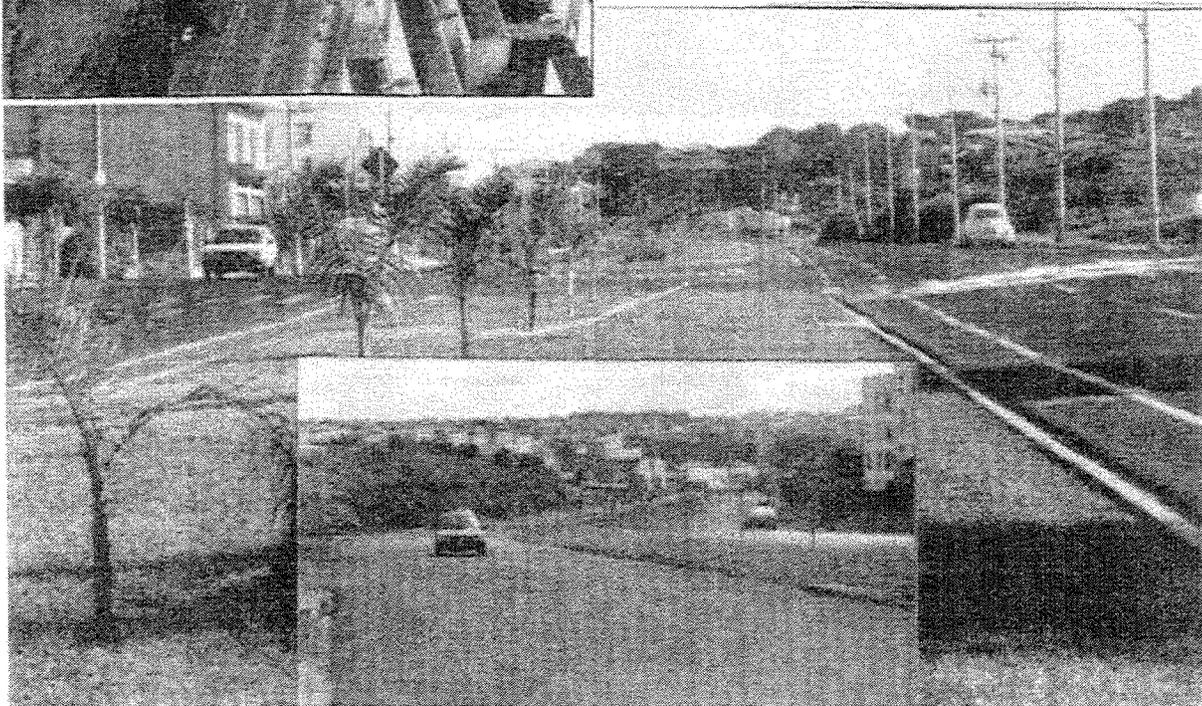
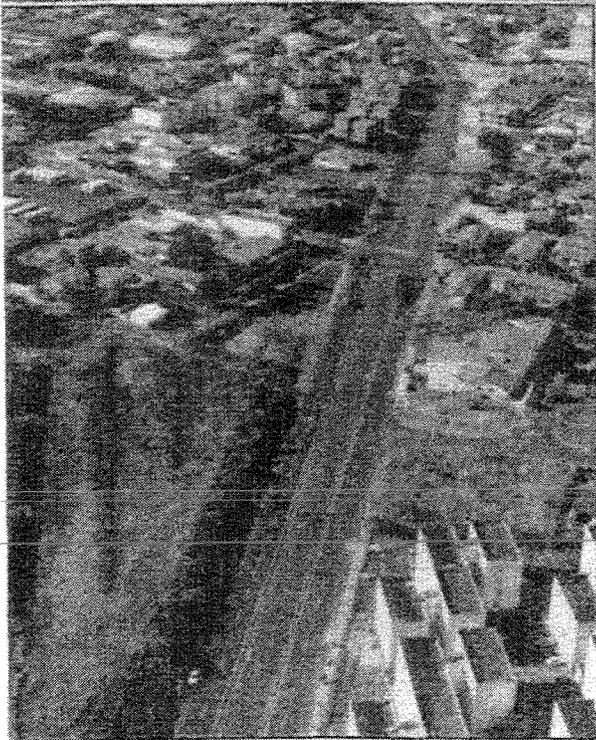
Fotografia 8.22 - Ribeirão Quilombo – Ponte Avenida Europa



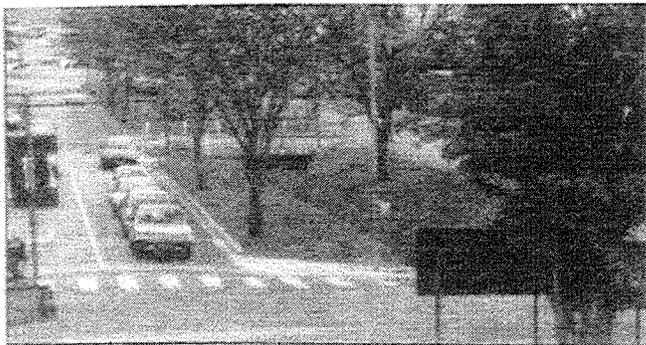
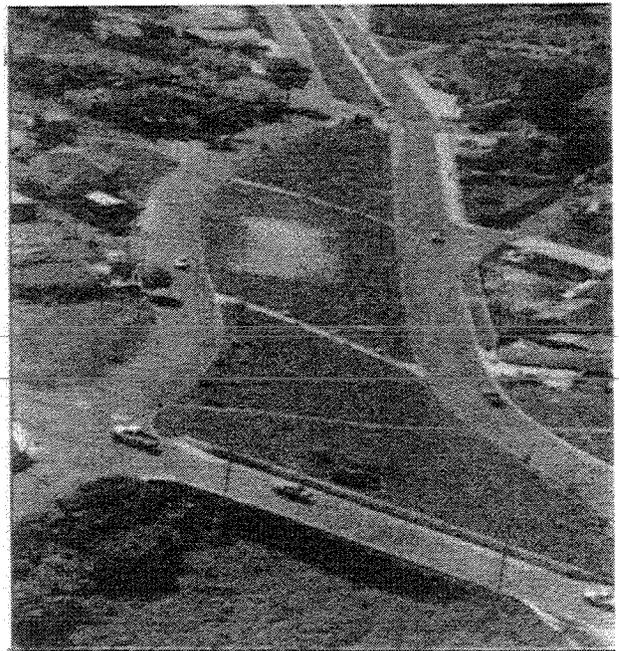
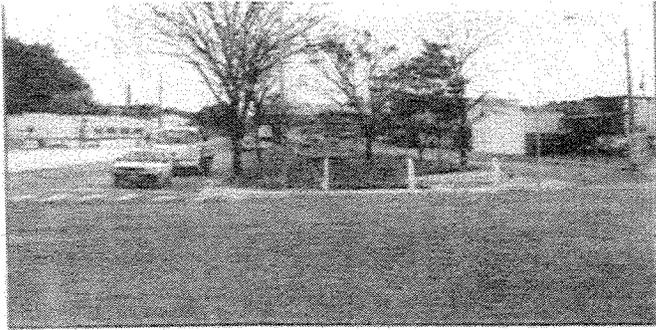
Fotografia 8.23 – Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo



Fotografia 8.24 – Córrego Recanto - Loteamento Parque Novo Mundo



Fotografias 8.25 e 8.26 – Córrego do Gallo - Sob a Avenida Abdo Najar



Fotografias 8.27, 8.28 e 8.29 – Córrego Pyles - Trecho canalizado



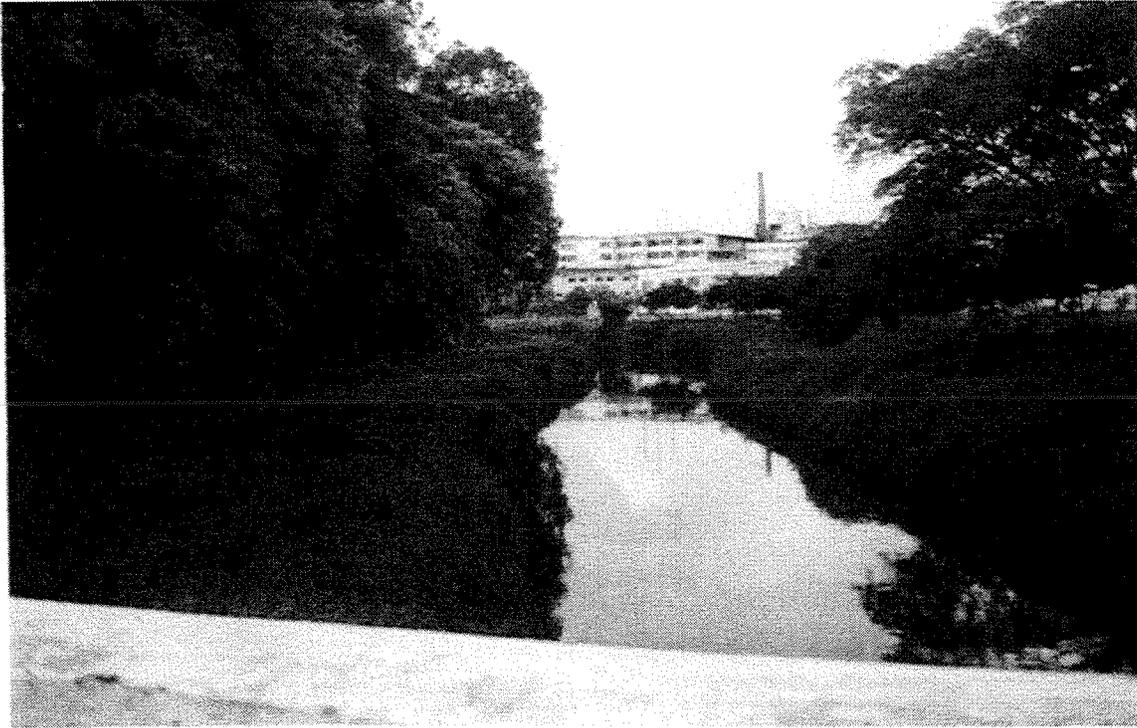
Fotografia 8.30 – Córrego Pyles – Área desmatada sem proteção



Fotografia 8.31 – Córrego Pyles – Parque de lazer



Fotografia 8.32 – Ribeirão Quilombo - Obras de desassoreamento



Fotografia 8.33 – Ribeirão Quilombo - Trecho de estreitamento



Fotografia 8.34 – Ribeirão Quilombo - Área Central



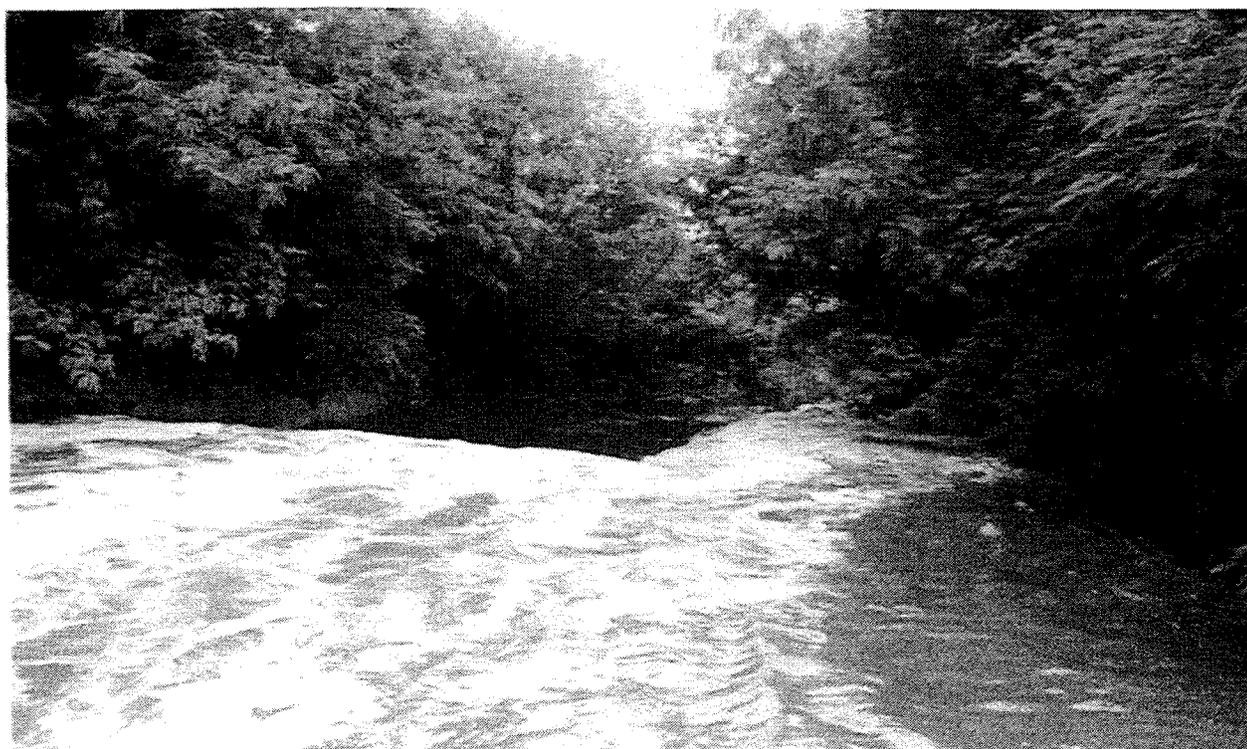
Fotografia 8.35 – Ribeirão Quilombo - Foz do Córrego Parque



Fotografia 8.36 – Ribeirão Quilombo – Comércio irregular (ocupação clandestina)



Fotografia 8.37 – Ribeirão Quilombo - Ocupação clandestina em APPA



Fotografia 8.38 – Ribeirão Quilombo - Usina de Carioba



Fotografia 8.39 – Córrego Angélica - Fazenda Boer



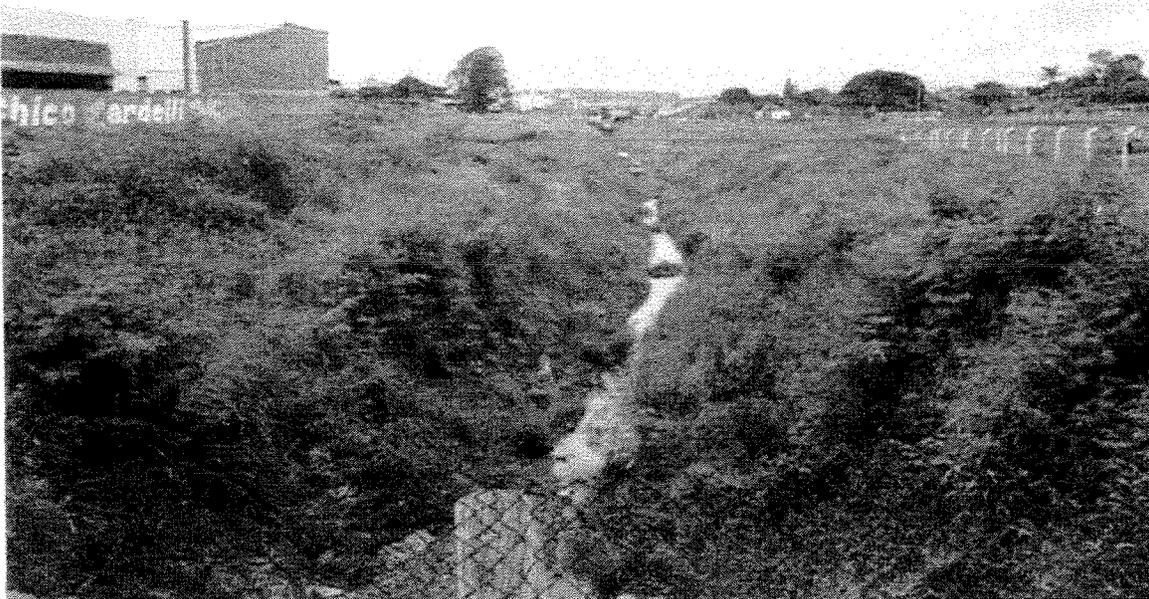
Fotografia 8.40 – Córrego Angélica - Área destinada à preservação da nascente



Fotografia 8.41 – Córrego Angélica – Despejo de emissário de esgoto



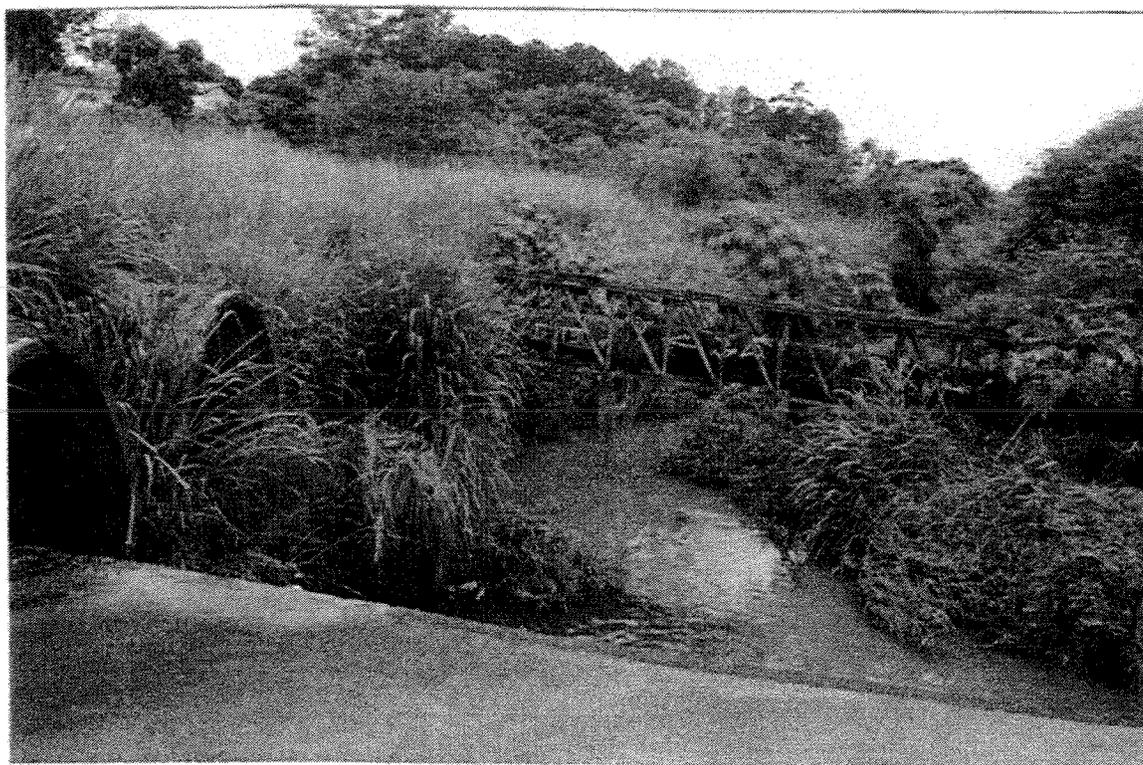
Fotografia 8.42 – Córrego Angélica – Pequeno trecho canalizado



Fotografia 8.43 – Córrego Angélica - Faixa de preservação



Fotografia 8.44 – Córrego Angélica - Faixa de preservação (depósito de lixo)



Fotografia 8.45 – Córrego Angélica - Avenida Nossa Senhora de Fátima



Fotografia 8.46 – Córrego Angélica - Foz no Ribeirão Quilombo



Fotografia 8.47 – Córrego Parque - Trecho canalizado



Fotografia 8.48 – Córrego Parque - Reservatório de contenção ao fundo

Consultar Sumário.

A presente Dissertação continua no **Volume 2**.