

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO - FEAU
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE AMBIENTAL DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM
AMERICANA, SP: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DA GESTÃO
AMBIENTAL, ATRAVÉS DA TÉCNICA DO GEOPROCESSAMENTO**

ALESSANDRA CRISTINA MEDEIROS

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO MORENO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO JORGE FIGUEREDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Gestão Ambiental e Energética.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2003

**ANÁLISE AMBIENTAL DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM
AMERICANA, SP: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DA GESTÃO
AMBIENTAL, ATRAVÉS DA TÉCNICA DO GEOPROCESSAMENTO**

ALESSANDRA CRISTINA MEDEIROS

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 21 de Fevereiro de 2003,
pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. João Moreno, Presidente
UNIMEP

Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi
ESALQ - USP

Prof^ª. Dra. Maria Cecília Linardi
UNIMEP

Prof. Dr. Gilberto Martins
UNIMEP

Agradeço, compartilho e dedico
todas a minhas conquistas aos
meus pais, José Carlos e Odete
ao meu noivo Ricardo,
especialmente ao meu irmão
Wellington (*in memoriam*)
que sempre estará ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi realizado devido ao esforço e dedicação de várias pessoas, especialmente:

Ao Prof. Dr. João Moreno meu orientador, pelo seu incentivo, orientação e amizade dispensada ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Nivaldo Lemos Coppini pela oportunidade, e principalmente amizade.

Ao Prof. Dr. Paulo Jorge Figueredo pela colaboração durante o desenvolvimento e o término deste trabalho.

À Prof^a Dra. Marisa Carpintero (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UNIMEP), pela dedicação e paciência dispensada à orientação no estágio de docência.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi (Esalq – USP) membro da banca, por quem tenho profunda admiração e pelas sugestões dadas no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Angulo (Esalq – USP), pela amizade e oportunidade de conhecimento na área de Sensoriamento Remoto.

À Prof^a Dra. Maria Cecília Linardi, mestre e amiga que gentilmente aceitou compor a banca de dissertação do trabalho, a que tenho muito respeito e carinho.

À Secretaria da Pós-Praduação da FEMP, pelo incentivo, apoio, e pela amizade demonstrada pela Marta, Flávia e Daniele e Milene.

Aos técnicos do Laboratório de Computação da UNIMEP, pelo auxílio e colaboração.

À CAPES pelo apoio financeiro.

As funcionárias da biblioteca, que sempre se mostraram solícitas no atendimento e colaboração.

À Prof^a Juraci Carreon Beraldi, pela correção de português e acessoria no término deste trabalho.

“As cidades devem ser analisadas como sistemas integrados, vivos, onde os diferentes componentes interagem, com o bom funcionamento do todo dependendo do bom funcionamento de cada uma das partes”.

CESTARO, L. A. (1985)

MEDEIROS, Alessandra Cristina. *Análise Ambiental do Processo de Urbanização em Americana, SP: Diretrizes para Elaboração da Gestão Ambiental, Através da Técnica do Geoprocessamento*. 2003. 215 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

RESUMO

A urbanização acelerada foi um fenômeno mundial que se manifestou no Brasil a partir dos anos 60, intensificando na década de 70. Diante dessa crescente urbanização em todo território brasileiro, em destaque no Estado de São Paulo, por este ser o principal pólo urbano-industrial do país, foram desencadeados vários problemas sócio – econômicos e ambientais que se estenderam pelas cidades do interior. Devido à preocupação com a expansão urbana e sua consequência em relação às questões ambientais, este trabalho teve o objetivo de compreender os riscos ambientais para proporcionar tomadas de decisões para o território de Americana, SP. Foi utilizada uma metodologia com base no geoprocessamento, a qual permitiu a elaboração de cartas temáticas, bem como o diagnóstico ambiental do território. Desta maneira, os resultados obtidos demonstraram que os impactos ambientais, desencadeados pelo processo de ocupação urbana, não são condizentes com o zoneamento ambiental. Neste caso, os resultados permitiram concluir que devem ser estabelecidas diretrizes para uma gestão ambiental e territorial, garantindo o equilíbrio ambiental em áreas de expansão urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Zoneamento Ambiental, Gestão Ambiental, Urbanização, Equilíbrio Ambiental.

MEDEIROS, Alessandra Cristina. ***Análise Ambiental do Processo de Urbanização em Americana, SP: Diretrizes para Elaboração da Gestão Ambiental, Através da Técnica do Geoprocessamento.*** 2003. 215 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

ABSTRACT

Accelerated urbanization was a worldwide phenomenon that started in Brazil in the 1960s and saw its enhancement over the following decade. A steep growth of urban areas became noticeable in every part of the country's territory, but was particularly fast in the state of Sao Paulo, where the largest urban and industrial hubs are located. A number of social, economic and environmental challenges arose from the sprawl of the main urban centers and were later felt in smaller locations statewide. In view of the concern with urban expansion and its consequences in environmental matters, this work aims to provide parameters for decision-making by understanding the existing environmental risks in the area of Americana, SP. The use of geoprocessing based methodology allowed for the construction of thematic maps, as well as for the environmental diagnosis of the region. Obtained results showed that the environmental impacts triggered by the urban occupation process are not coherent with the current environmental zoning, thus leading to the conclusion that land and environmental management policies must be established in order to guarantee the environmental balance in areas of urban expansion.

KEYWORDS: *Environmental Zoning, Environmental Management, Urbanization, Environmental Balance.*

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.X
LISTA DE FIGURAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.XI
LISTA DE TABELAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.XIV
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
3.2. ASPECTOS PEDOLÓGICOS.....	8
3.3. ASPECTOS HIDROLÓGICOS	11
3.4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	15
3.5. ASPECTOS CLIMÁTICOS	19
4. REVISÃO DE LITERATURA	22
4.1. URBANIZAÇÃO - ORDENAMENTO TERRITORIAL.....	22
4.2. URBANIZAÇÃO BRASILEIRA - PROCESSO E TRANSFORMAÇÃO.....	27
4.3. URBANIZAÇÃO EM AMERICANA	35
4.4. ALTERAÇÕES DO CLIMA URBANO - ILHAS DE CALOR	50
4.5. ÁREAS VERDES URBANAS.....	52
4.5.1. FUNÇÕES DOS ESPAÇOS VERDES	55
4.5.2. ÍNDICES DE ÁREAS VERDES.....	57
4.5.3. PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA CILIAR	57
4.6. USO DO GEOPROCESSAMENTO EM PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL.....	59
5. MATERIAL E MÉTODO	66
5.1. MATERIAL	66
5.2. MÉTODOS.....	67
5.2.1. ELABORAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO - MDT	69
5.2.2. CARTA DE DECLIVIDADE	71
5.2.3. CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO	73
5.2.4. CARTA DE USO ATUAL DO SOLO	76
5.2.4.1. Georreferenciamento da Imagem.....	76
5.2.4.2. Classificação da Imagem.....	78
5.2.4.3. Exatidão do Mapeamento.....	79
5.2.5. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO	83
5.2.6. MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO - AGREGAÇÃO DOS CRITÉRIOS	85
5.2.7. PRIMEIRO CENÁRIO: ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL - CAPACIDADE DE SUPORTE	90

5.2.8.	SEGUNDO CENÁRIO: POTENCIAL DE USO - POLÍTICAS PÚBLICAS	91
5.2.9.	ÁREAS VERDES URBANAS	92
5.2.10.	RISCOS DE INUNDAÇÃO	95
5.2.11.	PROCESSO MITIGATÓRIO	96
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	97
6.1.	MODELO DIGITAL DO TERRENO - MDT	98
6.2.	CARTA DE DECLIVIDADE.....	99
6.3.	CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO	102
6.4.	CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO.....	106
6.5.	PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO - CRITÉRIOS RESTRITIVOS.....	109
6.6.	PADRONIZAÇÃO DOS FATORES.....	115
6.7.	MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO - ZONEAMENTO AMBIENTAL	120
6.8.	PRIMEIRO CENÁRIO: ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL - CAPACIDADE DE SUPORTE	127
6.9.	SEGUNDO CENÁRIO: POTENCIAL DE USO - POLÍTICAS PÚBLICAS	134
6.10.	ÁREAS VERDES URBANAS.....	139
6.11.	RISCOS DE INUNDAÇÃO.....	154
6.12.	PROCESSO MITIGATÓRIO	159
7.	CONCLUSÕES.....	167
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	169
	APÊNDICES	179

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>SIG</i>	Sistema de Informações Geográficas.
<i>AP</i>	Área de Planejamento.
<i>SGBD</i>	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.
<i>TIN</i>	Rede Irregular de Triangulação (<i>Triangular Irregular Network</i>).
<i>APPA</i>	Área de Proteção e Preservação Ambiental.
<i>MCE</i>	<i>Multi Criteria Evaluation</i> .
<i>IAC</i>	Instituto Agrônômico de Campinas.
<i>IPT</i>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
<i>EMPLASA</i>	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.
<i>DAE</i>	Departamento de Água e Esgoto.
<i>EIA</i>	Estudo de Impacto Ambiental.
<i>RIMA</i>	Relatório de Impacto Ambiental.
<i>IBGE</i>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
<i>FIBGE</i>	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. .
<i>CPFL</i>	Companhia Paulista de Força e Luz.
<i>PDDI</i>	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado.
<i>ONU</i>	Organização das Nações Unidas.
<i>GPS</i>	Sistema de Posicionamento Global (<i>Global Positioning System</i>)
<i>SR</i>	Sensoriamento Remoto.
<i>INPE</i>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
<i>MDT</i>	Modelo Digital do Terreno.
<i>UTM</i>	<i>Universal Transversa de Mercator</i> .
<i>AHP</i>	Processo Analítico Hierárquico.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	5
FIGURA 2 – MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	7
FIGURA 3 – MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	10
FIGURA 4 – MAPA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA E CAPIVARI : PRINCIPAIS CURSOS D´ÁGUA.....	13
FIGURA 5 – MAPA HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	14
FIGURA 6 – MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	18
FIGURA 7 – GESTÃO AMBIENTAL: SUSTENTABILIDADE DO TERRITÓRIO/ ORDENAMENTO TERRITORIAL - PRINCÍPIOS: USO E OCUPAÇÃO	26
FIGURA 8 – TAXA DE URBANIZAÇÃO – BRASIL 1991/2000	29
FIGURA 9 – EIXO DE INTERIORIZAÇÃO DE SÃO PAULO AO INTERIOR	33
FIGURA 10 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ANO DE CRIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS.....	34
FIGURA 11– MAPA DO SISTEMA RODOVIÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS.....	35
FIGURA 12 – PLANTA DO MUNICÍPIO DE VILA AMERICANA EM 1931	39
FIGURA 13 – MAPA DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	47
FIGURA 14 – FOTO DA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA (VETOR DE CRESCIMENTO).....	49
FIGURA 15 – MAPA DA CIDADE COM O VETOR DE CRESCIMENTO	49
FIGURA 16 – DIVISÃO ESQUEMÁTICA DAS MARGENS DO RIO CONFORME A UMIDADE DO SOLO	59
FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA	68
FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NO MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	70
FIGURA 19 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA CARTA DE DECLIVIDADE EROSÃO - LEI LEHMAN.....	72
FIGURA 20 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO	75
FIGURA 21 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DA CARTA DE USO DO SOLO.....	82
FIGURA 22 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO PROCESSAMENTO DE IMAGENS NO ESPAÇO DE CORES.....	77
FIGURA 23 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA ZONEAMENTO AMBIENTAL	89
FIGURA 24 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA A ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL	90
FIGURA 25 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA POLÍTICAS PÚBLICAS	91
FIGURA 26 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA ÁREAS VERDES URBANAS DO TERRITÓRIO DE AMERICANA	92
FIGURA 27 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA ÁREAS VERDES URBANAS (PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA).....	93

FIGURA 28 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA COBERTURA VEGETAL DA MALHA URBANA	94
FIGURA 29 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA COBERTURA VEGETAL (PÚBLICA E PRIVADA)	94
FIGURA 30 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA RISCOS DE INUNDAÇÃO.....	95
FIGURA 31 – GRÁFICO DA INUNDAÇÃO	95
FIGURA 32 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA O PROCESSO MITIGATÓRIO.....	96
FIGURA 33 – IMAGEM DO MODELO DIGITAL DO TERRENO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA (MDT).....	98
FIGURA 34 – IMAGEM DA DECLIVIDADE - EROÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	100
FIGURA 35 – IMAGEM DA DECLIVIDADE - LEI LEHMAN DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	101
FIGURA 36 – IMAGEM DA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	104
FIGURA 37 – URBANIZAÇÃO EM ÁREA SUSCETÍVEL À EROÇÃO.....	105
FIGURA 38 – IMAGEM DE SATÉLITE - RGB 345 DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	107
Figura 39 – IMAGEM DO USO DO SOLO	108
FIGURA 40 – IMAGEM DA ÁREA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	109
FIGURA 41 – IMAGEM RESTRIÇÃO RIOS PIRACICABA E JAGUARI (APPA).....	110
FIGURA 42 – IMAGEM RESTRIÇÃO REPRESA (APPA).....	111
FIGURA 43 – IMAGEM RESTRIÇÃO DEMAIS RIOS (APPA)	112
FIGURA 44 – IMAGEM RESTRIÇÃO DECLIVIDADE.....	113
FIGURA 45 – IMAGEM RESTRIÇÃO GEOLOGIA.....	114
FIGURA 46 – FUZZY DISTÂNCIA DOS CORPOS D´ÁGUA - DEMAIS RIOS	115
FIGURA 47 – FUZZY DISTÂNCIA DOS CORPOS D´ÁGUA - REPRESA.....	116
FIGURA 48 – FUZZY DISTÂNCIA DOS CORPOS D´ÁGUA - RIOS PIRACICABA E JAGUARI	117
FIGURA 49 – FUZZY DECLIVIDADE.....	118
FIGURA 50 – FUZZY SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO.....	119
FIGURA 51 – IMAGEM DO MCE	123
FIGURA 52 – HISTOGRAMA DO MCE	124
FIGURA 53 – ÁREA DE PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES.....	125
FIGURA 54 – ZONEAMENTO AMBIENTAL.....	126
FIGURA 55 – PRIMEIRO CENÁRIO: PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL - CAPACIDADE DE SUPORTE	130
FIGURA 56 – PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL - IMPACTOS AMBIENTAIS.....	131
FIGURA 57 – MAPA DE EVOLUÇÃO URBANA	127
FIGURA 58 – IMPACTOS AMBIENTAIS - CÓRREGO DO PARQUE	132
FIGURA 59 – IMPACTOS AMBIENTAIS DEVIDO À EROÇÃO	128
FIGURA 60 – IMPACTOS AMBIENTAIS EM APPA.....	133
FIGURA 61 – DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DO TERRITÓRIO DE AMERICANA.....	134
FIGURA 62 – ZONEAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA DE URBANIZAÇÃO CONTROLADA E ZONA URBANIZÁVEL.....	137
FIGURA 63 – IMPACTOS AMBIENTAIS - ATERRO SANITÁRIO.....	138

FIGURA 64 – COBERTURA VEGETAL - IMAGEM DE SATÉLITE	144
FIGURA 65 – COBERTURA VEGETAL POR ÁREA DE PLANEJAMENTO	145
FIGURA 66 – ÁREAS DE PLANEJAMENTO.....	146
FIGURA 67 – MALHA URBANA (PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA).....	147
FIGURA 68– MALHA URBANA COM ÁREA URBANA (<i>CROSSTAB</i>)	148
FIGURA 69 – ÁREA VERDES (PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA)	149
FIGURA 70 – MAPA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS VERDES E DAS NÃO IMPLANTADAS.....	150
FIGURA 71 – COBERTURA VEGETAL - MALHA URBANA.....	151
FIGURA 72 – COBERTURA DO SOLO - VEGETAÇÃO URBANA (PÚBLICO E PRIVADO)	152
FIGURA 73 – DETALHE DA IMAGEM COBERTURA DO SOLO - VEGETAÇÃO URBANA (PÚBLICO E PRIVADO)	153
FIGURA 74 – CARTA DE INUNDAÇÃO DO TERRITÓRIO DE AMERICANA	156
FIGURA 75 – MAPA DA CANALIZAÇÃO DOS CÓRREGOS DE AMERICANA	157
FIGURA 76 – IMPACTOS AMBIENTAIS - INUNDAÇÃO EM 2002	158
FIGURA 77 – ZONEAMENTO AMBIENTAL POR ÁREA DE PLANEJAMENTO - PROCESSO DE MITIGAÇÃO	160
FIGURA 78 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO EM AP1	161
FIGURA 79 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO EM AP2	162
FIGURA 80 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO EM AP3	163
FIGURA 81 – IMPLANTAÇÃO DO PARQUE ECOLÓGICO E DO PARQUE URBANO	166
FIGURA 82 – SOBRADO VELHO - CASAS DA USINA HIDRELÉTRICA	165

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.	19
TABELA 2 – TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.	20
TABELA 3 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL.	20
TABELA 4 – CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO NO BRASIL: 1940 / 70.....	29
TABELA 5 – POPULAÇÃO RURAL E URBANA – SUDESTE 1982.....	30
TABELA 6 – POPULAÇÃO RURAL E URBANA SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES DO BRASIL EM PORCENTAGEM – 1970 E 1980.....	31
TABELA 7 – CENTROS COM MAIOR PARTICIPAÇÃO NO VALOR DA TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL (VTI) E DO PESSOAL OCUPADO (PO), 1980.....	32
TABELA 8 – PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS QUE UTILIZAM SIG.....	63
TABELA 9 – INTERVALO DE DECLIVIDADE – EROÇÃO.....	71
TABELA 10 – INTERVALO DE DECLIVIDADE – LEI LEHMAN.	72
TABELA 11 – MATRIZ DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO.	74
TABELA 12 – CLASSE DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERÍSTICA.....	78
TABELA 13 – EXEMPLO DE MATRIZ DE ERRO.....	80
TABELA 14 – QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO ASSOCIADA AOS VALORES DA ESTATÍSTICA KAPPA.....	81
TABELA 15 – CRITÉRIOS PARA TOMADA DE DECISÃO..	83
TABELA 16 – EXEMPLO DE PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO ENTRE ARQUIVOS.....	87
TABELA 17 – EXEMPLO DE PESOS DE IMPORTÂNCIA PARA OS ARQUIVOS.....	87
TABELA 18 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA INTERVALO DE DECLIVIDADE (EROSÃO).	99
TABELA 19 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE A CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO.....	103
TABELA 20 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO.	106
TABELA 21 – PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO ENTRE ARQUIVOS.	120
TABELA 22 – PESOS DE IMPORTÂNCIA PARA OS ARQUIVOS.	120
TABELA 23 – CRITÉRIOS PARA RECLASSIFICAÇÃO DA FIGURA 51.....	121
TABELA 24 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA OCUPAÇÃO	122
TABELA 25 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ÁREA IMPACTADA.....	129
TABELA 26 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ZONA URBANIZÁVEL (ZU)	136
TABELA 27 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ÁREA DE URBANIZAÇÃO CONTROLADA (AUC).....	136
TABELA 28 – QUANTIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL POR ÁREA DE PLANEJAMENTO.....	140
TABELA 29 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ÁREA VERDE (PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA).....	141

TABELA 30 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA COBERTURA VEGETAL NA ÁREA URBANIZADA)	142
TABELA 31 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA COBERTURA DO SOLO (IMAGEM DE SATÉLITE).....	142

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada é fenômeno mundial que se manifestou no Brasil nos anos 60, atingindo uma maior intensidade na década seguinte. Em consequência disso, as funções e as relações sócio - econômicas das cidades alteraram-se profundamente.

De acordo com GUERRA & CUNHA (2001) os ambientes urbanos têm concentrado cada vez mais população no mundo, em especial no Brasil. Essa concentração, ligada a um crescimento desordenado e acelerado, tem provocado uma série de mudanças no ambiente.

Um dos principais problemas desencadeados com a ocupação urbana são os impactos ambientais.

Assim, o caos ambiental urbano está relacionado principalmente com a contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos em razão do inadequado saneamento, as inundações urbanas devido à ocupação de área de risco e desenvolvimento da drenagem urbana inadequada, além da imprópria disposição dos materiais sólidos e o aumento da temperatura nas áreas urbanas.

O aumento da temperatura nas áreas urbanas, ou seja, a formação de "ilhas" de calor, se deve à grande impermeabilização do solo, tanto pelas construções como pavimentações, ao aumento da concentração de poluentes, fruto das atividades humanas, à falta de umidificação do ambiente, aos materiais utilizados nas edificações altamente refletoras, absorventes e emissores de energia e principalmente ao descaso com a vegetação, com as áreas verdes sendo simplesmente legadas em segundo plano ou até mesmo banidas, causando desequilíbrio no ecossistema das regiões (BUENO, 1998).

Neste contexto, a falta de áreas verdes urbanas juntamente com os materiais de construções utilizados, tem alterado o clima urbano devido à maior influência dos raios solares nos edifícios.

Para minimizar e conter estes efeitos, o crescimento de um território deve ser ordenado, ou seja, devem ser estabelecidas diretrizes gerais de caráter normativo, através de um planejamento ambiental. Para o planejamento deve haver um Plano Diretor que contenha propostas de uso e ocupação do solo, visando à qualidade de vida da população e do território.

Para LIMA (1997), o processo de uso e ocupação do solo como uma sucessão de estados e mudanças, revela a forma de intervenção num território e define, conseqüentemente, a qualidade de vida da população nele instalada.

A Lei de Uso e Ocupação do Solo através da elaboração de um zoneamento estipula os usos dos espaços e as condições para a ocupação nas áreas urbanas, ou seja, define áreas ou zonas adequadas ao assentamento dos diversos usos e atividades, contendo como referência a preocupação ambiental.

Os planos e leis são implementados, na maioria das vezes, por órgãos de planejamento e gestão urbana sem a preocupação de se fazer uma leitura de todas as variáveis que interferem na realidade.

Segundo PEREIRA & CARVALHO (1999), para se fazer uma leitura das variáveis que interferem na cidade, pelo espaço urbano ser composto por uma multiplicidade de fatores complexos, surge a necessidade de se usar a tecnologia de Geoprocessamento. Isso devido a uma das funções de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que oferece a possibilidade de integrar dados de diversas fontes e gerar informação adicional pelo cruzamento destes dados dando assim, suporte aos processos e ações de planejamento.

A evolução da informática oferece possibilidades de desenvolvimento de técnicas e metodologias para propor trabalhos em todas as áreas do conhecimento. Permite também a tomada de decisões baseada em uma maior

quantidade de informações, pois com a tecnologia da informática em especial o geoprocessamento, é possível armazenar dados em ambiente computacional.

O geoprocessamento pode ser entendido, segundo MOREIRA (2001), como sendo a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação sobre o objetos ou fenômenos geograficamente identificados. Ele tem sido aplicado em diversas áreas da ciência, dentre elas, a Cartografia, a Geografia, a Agricultura, a Geologia, entre outras. Além disso, tem contribuído para estudos na área de planejamento urbano e rural, meios de comunicação, transporte etc.

Pode-se dizer que um SIG é uma ferramenta que facilita o armazenamento e a representação de dados espacialmente referenciados, ou seja, é um instrumento que dá suporte e subsidia a tomada de decisão.

Com a preocupação do crescimento sem uma gestão ambiental, faz-se necessário o entendimento de fatores e processos que interagem no espaço, junto com o estudo e avaliação das intervenções humanas sobre o meio.

Sendo assim, a área de estudo para o presente trabalho compreende o município de Americana, São Paulo, por ser uma região de crescente ocupação do meio natural, oferta de equipamentos, marcada pelo excesso de impermeabilização do solo, ocupação inadequada em áreas de várzea e por um sistema de drenagem e infra-estrutura insuficientes, que não acompanharam a intensa urbanização.

Pela preocupação com a expansão urbana e suas conseqüências em relação às questões ambientais, este trabalho tem o objetivo de compreender os riscos ambientais para proporcionar tomadas de decisões no território de Americana, SP, visando analisar os impactos ambientais ocorridos nesta região, permitindo o conhecimento da realidade urbana, obtendo assim, um planejamento ambiental que contemple as áreas verdes.

2. OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho:

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é identificar e analisar os impactos ambientais desencadeados pelo processo de ocupação urbana no município de Americana, SP e propor diretrizes para uma gestão ambiental com auxílio da tecnologia de geoprocessamento.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para se atingir o objetivo geral, vários objetivos específicos são necessários, como:

- ❑ Identificar e analisar os impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização.
- ❑ Analisar as políticas públicas recentes, como instrumento de contraponto para estabelecer a importância da metodologia proposta para esse trabalho.
- ❑ Apontar áreas propícias à ocupação urbana para garantir a qualidade do meio ambiente e dar suporte ao planejamento e gestão ambiental territorial.
- ❑ Elaborar medidas mitigatórias e diretrizes para o enfrentamento dos impactos ambientais gerados pela ocupação inadequada do meio físico do município de Americana, bem como para as áreas ainda não impactadas.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho tem como área de estudo o município de Americana, SP que se localiza na região centro – leste do estado de São Paulo, nas coordenadas 253 e 277 Km E; 7494 e 7496 Km N, fazendo limite ao norte com Limeira, a nordeste com Cosmópolis, a oeste com Santa Bárbara D' Oeste, ao sul com Nova Odessa e a leste com Paulínia (Figura 1).

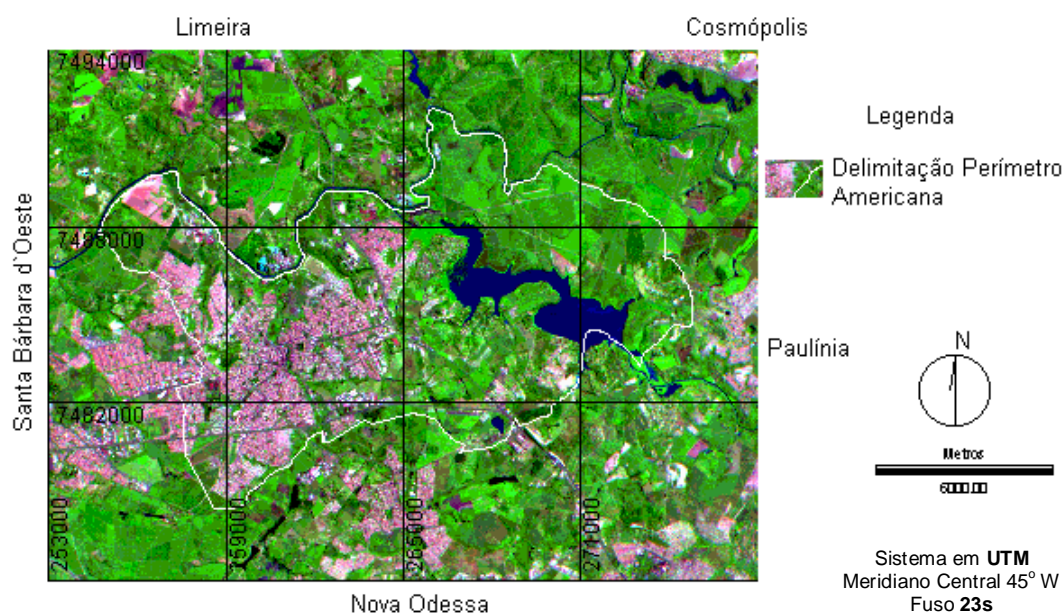


FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: IMAGEM SATÉLITE - COMPOSIÇÃO COLORIDA – RGB 543/ ANO 2002.

FONTE: INPE (2002).

3.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Segundo o INSTITUTO GEOLÓGICO (1996), a geologia subsidia o planejamento da ocupação do meio físico, pois com base no mapa geológico derivam aqueles que mais diretamente se aplicam às soluções dos problemas ambientais.

O município de Americana situa-se geologicamente na Borda da Bacia Sedimentar do Paraná, localizando-se dentro da Depressão Periférica do Estado de São Paulo e encontra-se presente em sua maior porção, rochas do subgrupo Itararé do Permiano-Carbonífero, Depósitos Cenozóicos e os Diabásicos do Jurássico-Cretáceo, conforme Figura 2.

De acordo com LIMA (1997), o subgrupo Itararé do Permiano-Carbonífero em Americana apresenta-se pobre em afloramentos significativos, destacando-se pelo siltitos (coloração amarelo-avermelhado, argilosos e estratificados com camadas de arenitos finos); arenitos (coloração varia de amarela a avermelhada, com granulação variada); diamictitos (coloração amarelada, silto-arenosa) e ritmitos (folhetos escuros e constituídos por finas camadas siltosas ou arenosas) como os principais litotipos mapeados.

Os Depósitos Cenozóicos, segundo o mesmo autor, são unidades de solo superficial e apresentam-se com estrutura do tipo arenosa e argilosa. De acordo com o INSTITUTO GEOLÓGICO (1996), em Americana encontra-se os depósitos relacionados com a drenagem atual que são os Aluviões (areia fina a grossa e sedimentos silto-areno nas planícies dos rios, Atibaia, Jaguari e Quilombo); coberturas arenosas (arenitos médio a grosso) e com os depósitos de topo e meia encosta que são lamitos e arenitos maciços com grânulos e pequenos seixos.

3.2. ASPECTOS PEDOLÓGICOS

Segundo LIMA (1997), a origem dos solos no interior do Estado de São Paulo está principalmente ligada ao coluvionamento de rochas sedimentares, básicas e metamórficas, impondo características pouco argilosas para estes solos.

No município de Americana são encontrados, de acordo com o INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC (1977), os solos especificados conforme a Figura 3 e descritos a seguir:

- Latossolo Vermelho Escuro - LE: são solos minerais muito profundos, constituídos por textura variando de média a argilosa, muito porosos, bastante permeáveis e acentuadamente drenados. Constituem características marcantes destes solos, os baixos teores de silte e a ausência de minerais primários pouco resistentes e a reduzida susceptibilidade à erosão.
- Latossolo Vermelho Amarelo - LV: são solos não hidromórficos e são normalmente distróficos, mas ocorrem também algumas porções de Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico. A erosão nestes solos é nula ou ligeira, pois há predominância de relevo plano ou suave ondulado. São, também, acentuadamente drenados, profundos e porosos.
- Latossolo Vermelho Amarelo Húmico - LH: são solos muito ácidos, com textura que varia desde barrenta até argilosa. Esta unidade ocorre em superfície de relevo aplainado a suave ondulado.
- Podzólico Vermelho Amarelo - PV: são solos com textura média a argilosa e ocorre em superfície com relevo aplainado.
- Terra Roxa Estruturada - TE: são solos espessos, barrentos a argilosos em superfície e argilosos a muito argilosos nas camadas subsuperficiais e ocorrem em relevo suave ondulado a ondulado. Se caracterizam como solos de médio a elevado potencial agrícola.

- Litólico - LI: são solos que apresentam como principal característica a pequena espessura do *solum*, a qual em geral é inferior a 30 cm e a textura é variada e está relacionada com a natureza do substrato, sendo basalto (argilosos), granito-gnaiss (barrentos e com areia grossa) e arenito fino ou siltito (arenosos ou fino-areno-barrentos).

- Hidromórficos - HI: são solos sujeitos a inundações freqüentes ou presença de lençol freático elevado, e como consequência se apresentam encharcados durante alguns períodos do ano.

3.3. ASPECTOS HIDROLÓGICOS

O município de Americana localiza-se na primeira zona hidrográfica do Estado de São Paulo, enquadrando-se na Bacia do rio Piracicaba (Figura 4), segundo LIMA (1997).

A Bacia do rio Piracicaba, de acordo com o IPT (1992), situa-se quase toda no Estado de São Paulo, na região administrativa de Campinas. Ocupa uma área de drenagem de 12.400 Km², sendo 11.000 Km² em território paulista e 1.400 Km² em território mineiro, o que corresponde a 90% de sua área no Estado de São Paulo e 10% em terras mineiras, sendo formada pelas sub-bacias dos rios Corumbataí, Jaguari, Atibaia e Piracicaba.

Segundo dados da EMPLASA (2000), na década de 70, a Bacia do Piracicaba apresentou taxas de crescimento superiores a 5,1% ao ano. A região administrativa de Campinas cresceu a taxa de 2,9% ao ano e a Bacia do Piracicaba a 2,5% ao ano. Os elementos principais da dinâmica populacional são dados pela variação das taxas de crescimento vegetativo e migratório.

As atividades produtivas, especialmente dos setores industrial e terciário, ocorreram e ocorrem de forma concentrada em alguns municípios da Bacia, notadamente na área conurbada. Como decorrência dessa concentração, são nesses trechos da Bacia que os recursos naturais encontram-se mais degradados e onde a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos geram motivos de preocupação.

Na década de 1980, a modernização agrícola foi intensa superando as médias do Estado de São Paulo. Esse processo teve efeitos sobre a industrialização e a urbanização, ressaltando a produção de impactos na qualidade ambiental da região como decorrência do uso intensivo do solo, assim como de insumos mecânicos e químicos.

Neste sentido, os processos de industrialização, urbanização e modernização agrícola na Bacia do Piracicaba não tiveram, por parte dos planejadores e políticos, a preocupação com os impactos sócio-ambientais.

Estes problemas atingiram níveis que comprometeram e continuam comprometendo a capacidade de suporte da Bacia do rio Piracicaba, bem como a qualidade de vida da população e que já não são passíveis de soluções em curto prazo, visto à dificuldade para o envolvimento dos diversos atores sociais na busca de soluções.

O município de Americana contribui, também, para essa degradação ambiental, mas é um dos únicos municípios da Bacia que possui tratamento de esgoto de aproximadamente 78%, segundo o Departamento de Água e Esgoto (DAE) de Americana.

A drenagem de Americana (Figura 5) é constituída pelo rio Piracicaba e por três sub-bacias: rio Jaguari, rio Atibaia e ribeirão Quilombo com os afluentes dos córregos do Parque, Pyles e Recanto. No final do rio Atibaia, forma-se o reservatório da usina hidrelétrica denominado de Salto Grande no município de Americana, elevando, segundo LIMA (1997), aproximadamente 20 metros o leito do rio e inundando uma área de 13 Km².

O principal afluente do rio Piracicaba no município de Americana é o ribeirão Quilombo, que corta a cidade no sentido norte-sul. Este afluente, de acordo com LIMA (1997), é do tipo meandrante na sua cabeceira e torna-se retilíneo no seu médio e baixo curso. O padrão desta sub-bacia é subdendrítico com baixas densidades, sobretudo onde se encontram os sedimentos cenozóicos e arenitos do sub-grupo Itararé. E segundo GOBBO (1999), o ribeirão recebe aproximadamente 8.000 Kg DBO/dia em detritos industriais e 1.800 Kg DBO/dia em despejos domésticos, sendo assim, considerado um dos rios mais poluídos da Bacia do rio Piracicaba.

O ribeirão Quilombo nasce no município de Campinas, no Chapadão e deságua no rio Piracicaba. Está ligado à história e à geografia dos municípios

que são banhados por ele, ou seja, Campinas, Hortolândia, Nova Veneza, Sumaré, Nova Odessa e Americana, e também aos primeiros registros históricos, relacionados nos documentos das Sesmarias no século XVIII.

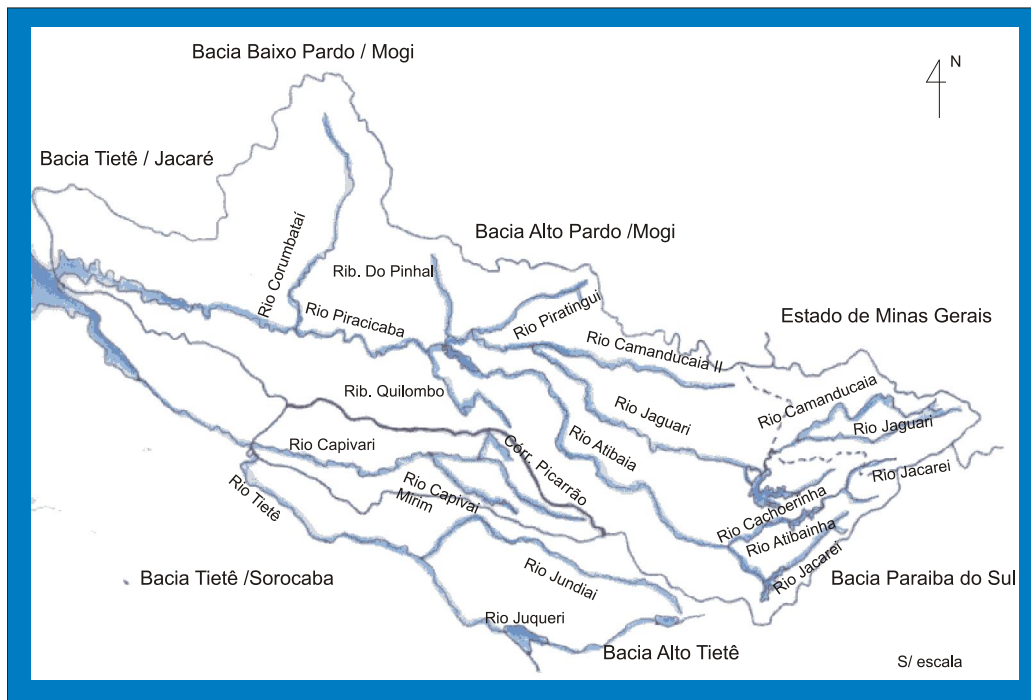


FIGURA 4 - MAPA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA E CAPIVARI : PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA.

FONTE: GOBBO (1999, P.117).

3.4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O mapeamento morfológico, segundo o INSTITUTO GEOLÓGICO (1996), consiste na identificação e caracterização dos diferentes tipos de relevo (Unidades de Relevo) de acordo com a distribuição de formas, tipologia e intensidade dos processos geomórficos atuantes no município de Americana são encontrados os seguintes tipos (Figura 6):

- Colinas Média e Amplas - Cma: apresentam topos amplos e convexos com ressaltos, com perfil de vertentes contínuo, retilíneo e extenso, com ocorrência local de blocos aflorantes. Planícies aluviais restritas às drenagens de 4^a e 3^a ordens nos rios Atibaia a Camanducaia. Possui altitude de 661 metros e declividade de 6% a 10%.
- Colinas Amplas - Ca: apresentam formas onduladas, com perfil de vertentes contínuo, retilíneo e vales acumulativos na sub-bacia do ribeirão Quilombo; erosivo-acumulativos junto às linhas de drenagem dos rios Atibaia e Jaguari. Possui altitudes que variam de 545m a 588m e declividade de 6% a 23%.
- Colinas Amplas com Topos Subhorizontais - Cath: possuem formas suaves e subniveladas com topos amplos, subhorizontais e perfil de vertente contínuo, longo e retilíneo. Os vales erosivo-acumulativos são abertos e bem marcados e as planícies fluviais são pouco desenvolvidas e isoladas. A altitude varia de 605m a 650m e a declividade de 5% a 20%.
- Colinas Amplas e Médias - Cam: apresentam formas colinosas mistas subniveladas, com topos amplos, convexos e perfil de vertente contínuo e retilíneo. Os vales erosivo-acumulativos são marcados e abertos no terreno e as planícies fluviais são pouco desenvolvidas. A altitude varia de 550m a 665m e a declividade de 5,5% a 25%.

- Colinas Médias - Cm: apresentam formas dissecadas subniveladas com topos amplos e perfil de vertente contínuo e retilíneo com vales erosivo-acumulativos com canais encaixados. As planícies fluviais são pouco desenvolvidas e isoladas. A altitude média é de 605m e a declividade varia de 8% a 38%.
- Colinas Médias e Pequenas - Cmp: Possuem topos estreitos e convexos, com perfil de vertentes descontínuo e vales erosivos, estreitos e há ocorrência restrita de depósitos fluviais. A altitude varia de 550m a 632m e a declividade de 8,5% a 42%.
- Colinas Pequenas - Cp: possuem topos estreitos com perfil de vertente contínuo e curto, convexo a retilíneo, segmentos descontínuos e íngremes, com vales erosivos e erosivo-acumulativos, abertos e bem marcados com planícies fluviais estreitas. A altitude varia de 515m a 648 m e a declividade de 10% a 43%.
- Rampas Pedimentares - P: apresentam rampas erosivas que ocorrem predominantemente nos vales dos rios Jaguari e Atibaia e formas acumulativas de expressão (detríticas) com menor inclinação ao longo dos vales dos rios Jaguari e Piracicaba. A altitude varia de 530m a 600m e a declividade de 3,5% a 7,5%.
- Planícies Fluviais - Pf: podem ser de dois tipos: Planícies Aluviais (Pal), as quais possuem relevo de topografia pouco variada, horizontal e de pequena inclinação e desenvolvem-se em planícies de inundação em declividades de 1% a 2% e comuns em solos hidromórficos. E Planícies Colúvio-Aluviais (Pac), que apresentam relevo de topografia pouco inclinada, originado da deposição mista de materiais detríticos acumulados na base das vertentes retrabalhados pela ação fluvial e depósitos aluviais com declividade menor que 3% e comuns em solos hidromórficos.

Assim, a cidade de Americana esta inserida segundo LIMA (1997), em uma zona onde morfologicamente predomina uma topografia suave com interflúvios de altitudes não superiores a 650m (colinas amplas e médias) e separadas por vales “jovens”.

As planícies fluviais são melhores desenvolvidas ao longo dos canais de drenagem mais significativos e se caracterizam pela apresentação de uma topografia pouco variada. Um exemplo desta planície é o ribeirão Quilombo, por desenvolver antigos meandros a antigas barras de pontal, onde periodicamente ocorrem inundações.

Os processos geomórficos mais expressivos, segundo o mesmo autor, são do tipo erosionais onde se destacam os sulcos rasos e ravinas, relacionados a escoamentos concentrados como também a erosão nas margens das drenagens principais.

Outro processo geomórfico segundo o INSTITUTO GEOLÓGICO (1996), é a ocorrência de assoreamentos devido aos processos deposicionais que ocorrem nas bordas e braços alongados da Represa de Salto Grande.

3.5. ASPECTOS CLIMÁTICOS

De acordo com GERARDI (1972) e o INSTITUTO GEOLÓGICO (1996), a região de Americana está localizada na zona de intersecção das três maiores correntes da circulação regional, sendo as massas de ar Equatorial Continental e Tropical Continental, quentes, úmidas e estáveis, responsáveis pelas precipitações de verão; a massa tropical Atlântica, de atração variada; a massa Polar Atlântica, responsável pela diminuição da temperatura no inverno.

Como resultado da influência dessas massas de ar, o clima é marcado por dois períodos distintos, sendo um seco e frio, correspondendo ao outono e inverno, com madrugadas frias e tardes quentes e um período mais úmido e quente (Tabelas 1 e 2), correspondendo à primavera e verão, ligado à massa Tropical Atlântica e às massas de ar continentais de Noroeste (GOBBO, 1999).

TABELA 1- TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA

Mês	1997	1998	1999	2000	2001
Jan	29,3	32,7	31,9	30,7	33,9
Fev	27,7	32,5	30,8	30,9	33,4
Mar	32,5	32,9	32,7	31,2	32,9
Abr	28,2	30,6	29,7	30,9	31,8
Mai	25,6	27,1	26,7	27,8	26,7
Jun	23,6	26,4	25,4	28,4	26,8
Jul	26,3	27,9	27,4	25,7	26,5
Ago	27,4	28,5	28,9	27,5	29,3
Set	28,8	28,7	28,8	28,6	29,0
Out	29,0	27,4	29,2	33,5	31,0
Nov	30,2	31,5	30,4	31,6	32,8
Dez	32,2	31,4	32,3	30,2	30,7

A TEMPERATURA MÁXIMA, NO ANO DE 2001, FOI DE 39, 81°, VERIFICADA NO DIA 22 DE NOVEMBRO, ÀS 18H13MIN.

FONTE: INFORMATIVO SÓCIO-ECONÔMICO DE AMERICANA (2001, P. 05).

TABELA 2- TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA

Mês	1997	1998	1999	2000	2001
Jan	18,2	19,0	19,3	16,7	18,6
Fev	15,6	19,5	18,1	18,5	19,2
Mar	18,6	18,7	17,9	17,9	18,3
Abr	13,7	15,9	14,1	13,7	15,8
Mai	11,8	12,1	10,3	10,5	12,2
Jun	11,1	9,3	10,2	10,2	10,9
Jul	10,6	10,1	11,3	7,9	8,7
Ago	10,1	13,5	9,2	11,2	10,1
Set	14,3	13,4	13,9	14,5	13,6
Out	15,8	15,1	14,8	16,9	14,8
Nov	18,0	15,5	14,7	17,0	17,6
Dez	17,4	18,0	17,7	18,1	17,9

A TEMPERATURA MÍNIMA, NO ANO DE 2001, FOI DE 3,23°, VERIFICADA NO DIA 22 DE JUNHO, ÀS 6H58MIN.

FONTE: INFORMATIVO SÓCIO-ECONÔMICO DE AMERICANA (2001, P. 05).

O regime pluviométrico da região caracteriza-se como de verão chuvoso e inverno seco. De acordo com os dados da Tabela 3, os meses de junho, julho e agosto, são os mais secos, tendo sido o mês de agosto de 1999, o mais crítico, pois foi um período de seca. Já os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, caracterizam-se como os mais chuvosos no município.

TABELA 3- PRECIPITAÇÃO PLUVIAL (EM MM)

Mês	1997	1998	1999	2000	2001
Jan	421,6	164,6	462,2	184,2	123,8
Fev	175,8	333,0	145,4	148,8	155,6
Mar	28,8	164,0	141,4	199,8	107,8
Abr	24,2	82,2	86,8	0,0	32,4
Mai	104,2	111,0	48,8	4,0	83,8
Jun	133,4	23,0	66,2	8,6	14,6
Jul	17,8	12,6	0,2	68,8	21,8
Ago	22,8	18,0	0,0	67,8	39,0
Set	95,6	94,4	74,4	87,8	67,8
Out	94,8	167,8	32,8	96,2	187,4
Nov	270,2	53,2	84,4	202,8	127,6
Dez	196,0	287,8	272,0	268,4	155,2
Total	1.585,20	1.511,60	1.417,60	1.337,20	1.116,80

FONTE: INFORMATIVO SÓCIO-ECONÔMICO DE AMERICANA (2001), P. 07.

A condição de dispersão atmosférica de poluentes é determinada, em grande parte, segundo o EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente), de fevereiro de 2001, elaborado para a implantação da Usina de Energia Carioba II no município de Americana, pela escala de circulação sinótica. Deslocamentos bruscos das massas de ar causam alterações nas condições de estabilidade atmosférica, resultando em condições instáveis associadas a ventos fortes e precipitação, fator este favorável à dispersão dos poluentes.

Ao contrário, a presença de anticiclones (sistemas de alta pressão), que ocupam a região após a passagem dos sistemas frontais, provocam um movimento lento vertical descendente. Esse movimento tende a reduzir o teor de umidade da atmosfera nos níveis mais elevados, enfraquece o gradiente de pressão horizontal e a velocidade do vento na superfície. Como consequência, dependendo da condição sinótica dominante, poderá ocorrer aumento da porcentagem da calmaria que em geral contribui para a formação de inversões térmicas de baixa altitude. Essas condições, em determinados períodos dos meses de inverno, tornam a atmosfera local desfavorável à dispersão de poluentes.

Analisando as condições climáticas, verificou-se que a época mais provável à ocorrência de concentrações extremas de poluentes na atmosfera está compreendida entre o período de Outono, Inverno e o início da Primavera. Durante esse período ocorrem quantidades menores de precipitação, enfraquecimento da velocidade do vento médio e baixa umidade relativa.

O vento de superfície é determinado pela circulação geral da atmosfera, pela ação dos sistemas meteorológicos e pelos efeitos de topografia e turbulência. Segundo o EIA/RIMA de 2001, em Americana não existem obstáculos topográficos de grande elevação que possam diferenciar o comportamento do fluxo normal do vento sobre a região. E por esta razão, de acordo com a estação meteorológica de Piracicaba, para a classificação das direções predominante de vento, segundo a Rosa dos Ventos verifica-se que, de modo geral, o vento da região sopra em média do quadrante sudeste.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. URBANIZAÇÃO – ORDENAMENTO TERRITORIAL

De acordo com REZENDE (1982), “o espaço tem sido ao longo do tempo, destinado a cumprir funções específicas que variam segundo as necessidades das organizações sociais em cada época. Dentro dessa perspectiva, a cidade é a resultante, inacabada e em transformação, de intervenções reguladas por diferentes sistemas de valores sociais e econômicos”.

É nas cidades que se concentram os resultados de anos da história, ou seja, tudo o que o homem produziu em termos tecnológicos, geração de riqueza, conforto, desenvolvimento, mas também crises e conflitos.

Do ponto de vista urbanístico, um centro populacional segundo TESTA (*apud* SILVA, 2000), assume característica de cidade quando possui dois elementos essenciais:

- Unidades edilícias, que são um conjunto de edificações em que os membros da coletividade moram ou desenvolvem suas atividades produtivas, comerciais, industriais ou intelectuais;
- Equipamentos públicos, que são os bens públicos ou sociais criados para servir as unidades edilícias e destinados à satisfação das necessidades de que os habitantes não podem se prover diretamente e por sua própria conta (estradas, ruas, praças, jardins, canalizações subterrânea, escolas, hospitais, igrejas etc.).

Assim, segundo ALMEIDA (1999), a ocupação do espaço urbano é revelada pelo valor da terra, principal componente avaliador e determinante da sua apropriação.

Esta apropriação deve ser de forma ordenada para compatibilizar as necessidades do homem com a capacidade de suporte do território que se pretende ocupar.

De acordo com ODUM (*apud* FIGUEREDO, 2001), o conceito de capacidade de suporte proposto no âmbito da ecologia, significa a máxima densidade teórica de indivíduos que um meio pode suportar no longo prazo.

Neste contexto, o espaço territorial, com características próprias e identificáveis em termos de clima, disponibilidade de água, natureza do solo, feições geomorfológicas e cobertura vegetal, sempre terá um limite para sua ocupação e uso, a partir do qual será excedida a sua capacidade se sustentabilidade ambiental.

Desta maneira, segundo o mesmo autor, a capacidade de suporte é um fato limitante, que restringe as formas espontâneas e induzidas de seu uso e ocupação, ou seja, caracterizado o suporte ambiental de uma dada região, é possível identificar a natureza dos fatores ambientais que nela poderão estar presentes sem produzir ameaças à sua sustentabilidade ambiental.

Assim, para que se possa ordenar e ocupar o território considerando sua capacidade de suporte, faz-se necessário um zoneamento ambiental para avaliar o espaço territorial, segundo suas aptidões à ocupação.

O zoneamento resulta de uma ação de identificação e avaliação da realidade territorial, na qual se determinam, segundo ALMEIDA (1999), zonas caracterizadas pelos componentes físicos e bióticos e pelas formas de organização resultante da ação antrópica. O zoneamento deve ser conduzido de forma constante, periodicamente revisto e analisado para que possibilite seu ajuste à interação do homem e natureza, sendo assim o instrumento adequado à ordenação do território.

Faz-se necessário destacar que o ordenamento territorial pode (e deve) ser efetuado também em áreas ocupadas. E de acordo com MACEDO (1994), o programa de ocupação a ser proposto deverá conter medidas orientadas para

a reabilitação da sustentabilidade ambiental além de impedir a continuidade de ações de degradação.

A sustentabilidade ambiental neste caso pode ser entendida como um atributo do espaço territorial, que de acordo com MACEDO (1994), é finito, limitado no tempo e no espaço. Essa limitação, segundo o autor esta associada à quantidade de fatores ambientais que em um dado intervalo de tempo e em um dado ambiente geograficamente definido, realizam relações ambientais e transacionam energias para satisfação de suas necessidades de cunho físico, químico, biológico, político, econômico, social, tecnológico, cultural e afetivo.

De acordo com ALMEIDA (1999), o termo desenvolvimento sustentável tem sido objeto de discussões e reflexões em foros nacionais e internacionais, que o vêm preconizando a implementação de medidas preventivas, corretivas e de controle das atividades existentes e das atividades futuras, tendo como preocupação a melhoria das gerações futuras, bem como o destino do território.

Diante deste contexto, para garantir a sustentabilidade ambiental do território, é necessário que o zoneamento ambiental faça parte de um Plano Diretor, visto que segundo MACHADO (1992), a Constituição Federal de 1988 em seu art 182, \clubsuit 1 $^\circ$, obriga os municípios com mais de vinte mil habitantes a possuírem um Plano Diretor.

O texto constitucional não menciona expressamente que esse plano deva conter o zoneamento da cidade, mas implicitamente pode admitir que o zoneamento esteja contido na “ordenação da cidade” (art. 182, \clubsuit 1 $^\circ$), visando o “pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade”. Inventariar e diagnosticar qual a vocação ecológica das diferentes áreas ou espaços de uma cidade, quais os seus usos e quais as limitações ao uso desses espaços, será o mínimo que um plano deverá conter.

Neste sentido, apesar dos esforços institucionais de se implantar uma política ambiental, ALMEIDA (1999) observa que muitos decretos de proteção de áreas

naturais ficaram apenas no papel, pois o sistema de combate a impactos ambientais tem-se mostrado ineficiente.

Para este contexto e no decorrer deste trabalho, impacto ambiental deve ser entendido como o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um novo objeto) no ambiente. De acordo com GUERRA & CUNHA (2001), diz respeito, ainda, à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações das fontes externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. Os impactos ambientais são descritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço.

Segundo os mesmos autores, o impacto ambiental não é somente resultado (de uma determinada ação realizada sobre o ambiente), é a relação (de mudanças sociais e ecológicas em movimento). Se o impacto ambiental é, portanto movimento o tempo todo, ao fixar impacto ambiental ou retratá-lo em suas pesquisas, o pesquisador está analisando um estágio do movimento que continua. Sua pesquisa tem a importância de um registro histórico, essencial ao conhecimento do conjunto de um processo que não finaliza, mas se redireciona, com as ações mitigadoras.

Desta maneira, o planejamento ambiental deve ser integrante dos planejamentos econômico e social que compõem o planejamento de desenvolvimento municipal.

A falta de uma política ambiental decorre segundo ALMEIDA (1999) pela forma como vem sendo tratada a questão ambiental e na contraposição dos interesses econômicos da gestão ambiental, onde tem prevalecido o desenvolvimento.

Para MORENO & LITHOOLDO (2000), deve-se haver uma gestão do território como um instrumento preventivo da degradação ambiental e de correção das conseqüências econômicas impostas ao meio ambiente. Deve-se ordenar o

território, e este entendido como o resultado de um conjunto de ações que, respeitando a capacidade de suporte e a sua vocação natural e aptidões, consiste em compatibilizar as necessidades humanas relativas à ocupação e ao uso do solo (Figura 7).

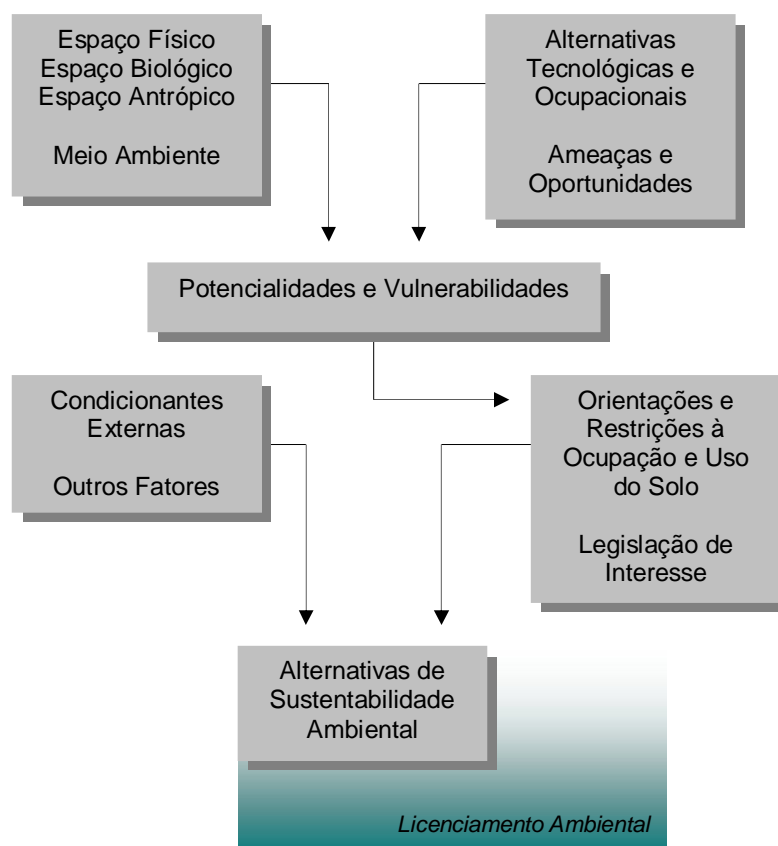


FIGURA 7- GESTÃO AMBIENTAL: SUSTENTABILIDADE DO TERRITÓRIO/ ORDENAMENTO TERRITORIAL – PRINCÍPIOS: USO E OCUPAÇÃO.

FONTE: MORENO & LITHOOLDO (2000, P. 98).

Desta maneira, só é possível gerir um território, a partir do entendimento da cidade como resultante das forças sociais, econômicas e ambientais, e da reflexão crítica sobre os paradigmas do modelo de desenvolvimento que está em vigor, pois a crescente degradação ambiental que se estende no Brasil é, muitas vezes, resultado de modelos desenvolvimentistas, do descaso e da

insentatez do poder público e da não conscientização do povo em relação à necessidade de proteção dos recursos naturais.

Assim, faz-se necessário segundo ALMEIDA (1999), a adoção de um modelo de desenvolvimento que contemple a questão ambiental, passando obrigatoriamente pela democratização das decisões de forma a permitir a participação da sociedade, ou seja, a coletividade deve dispor de mecanismos eficazes para influenciar a condução do poder público (planejamento participativo), garantindo este acesso à discussão dos problemas e direito de vigilância no cumprimento de ações.

4.2. URBANIZAÇÃO BRASILEIRA – PROCESSO E TRANSFORMAÇÃO

Segundo SERRA (1987), o processo de urbanização pode ser considerado como a concentração espacial da população a partir de certos limites de dimensão e de densidade, e ainda do ponto de vista cultural, a difusão de sistemas de valores, atitudes e comportamentos associados à cultura urbana, que também variam de região para região.

No Brasil, a partir de meados do século XIX, o aumento acelerado da população, os efeitos induzidos os reflexos da Revolução Industrial bem como o crescimento industrial foram alguns dos fatores de grande importância no processo de urbanização do país.

Não somente a industrialização foi a causa do intenso processo de urbanização no Brasil, mas outros fatores, como o próprio crescimento natural da população urbana, o Estatuto do Trabalhador Rural (década de 60), que levou ao trabalhador do campo uma legislação social que até então existia apenas para o trabalhador urbano. Muitos proprietários de terras não puderam arcar com os dispositivos da nova legislação, dispensaram os trabalhadores e estes migraram para as cidades.

Outro fator que levou famílias às zonas urbanas foi o desejo por melhor qualidade de vida, ou seja, a busca por proximidade de assistência médica,

hospitalar, educacional e melhores salários. A penetração das imagens da televisão no campo, e a divulgação da vida urbana e das sociedades de consumo também têm criado o desejo de “morar” na cidade.

No processo da urbanização brasileira, as mudanças políticas e econômicas concentraram em uma única cidade, o Rio de Janeiro, cuja metropolização foi mais acelerada na década de 60, uma série de funções e atividades urbanas que são exercidas em razão não apenas de sua dimensão populacional, mas também do caráter centralizador do Estado.

De acordo com ANDRADE & LODDER (1979), o elemento político causador das transformações do sistema urbano se acomodou, o que não ocorreu com o processo industrial. Como os dois elementos não se sobrepunham, a especialização funcional teve lugar como solução de acomodação: São Paulo, industrial e Rio de Janeiro, político - administrativo. Mais tarde, uma recomposição entre os grupos do poder político e a ênfase cada vez mais marcante na industrialização da economia, como saída para o subdesenvolvimento brasileiro que provocaram outro deslocamento na configuração do sistema urbano brasileiro, com São Paulo como outra metrópole nacional. A situação de dualidade em que o poder econômico estava fisicamente em São Paulo, mas era exercido pelo Rio de Janeiro, continuou até os anos 60. Depois, com a criação de Brasília como centro político – administrativo nacional, acelerou a recomposição do sistema urbano e consolidou São Paulo como a metrópole nacional.

A população brasileira no período de 1940 a 1970 mais que dobrou, ao mesmo tempo em que a parcela urbana foi multiplicada por quatro, tendo a taxa de crescimento da população rural se mantido constante no período de 1940 / 60, mas caindo de 1,6 para 0,6% na década de 60. A população urbana registrou um aumento considerável, passando de 1/3 da população total em 1940 para 56% em 1970, conforme análise da Tabela 4.

TABELA 4- CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO NO BRASIL: 1940 / 70

Anos	1.000 habitantes			Taxas anuais		
	Total	Urbana	População Urbana/População total (%)	Total	Urbana	Rural
1940	41.236	12.880	31,2	2,4	3,8	1,6
1950	51.944	18.783	36,2	3,2	5,5	1,6
1960	70.992	32.005	45,1	2,9	5,2	0,6
1970	94.509	52.905	56,0			

FONTE: FIBGE, CENSOS DEMOGRÁFICOS, 1940 / 1970 (APUD ANDRADE & LODDER, 1979, P.24).

Verifica-se inicialmente que o crescimento acelerado das cidades foi devido à migração da população rural. O fluxo era direcionado para as cidades maiores, pois estas ofereciam melhores oportunidades de empregos.

Desta maneira, mesmo que uma grande parte dos fluxos migratórios ainda se dirija às metrópoles regionais, é notável o aumento desses fluxos na direção das cidades em posição intermediária na hierarquia urbana. O próprio crescimento da indústria, em busca de novos mercados, tende a deslocar-se das cidades maiores onde já enfrenta alguns problemas locais, em direção às menores, abrindo novas alternativas que beneficiam cidades de pequeno porte.

A taxa de urbanização no Brasil prosseguiu em sua trajetória histórica evolutiva. Em 1991, 75,6% da população residia em áreas urbanas, proporção que chega a 81,2% em 2000, sendo que a região mais urbanizada é a Sudeste (90,5%), conforme mostra a Figura 8.

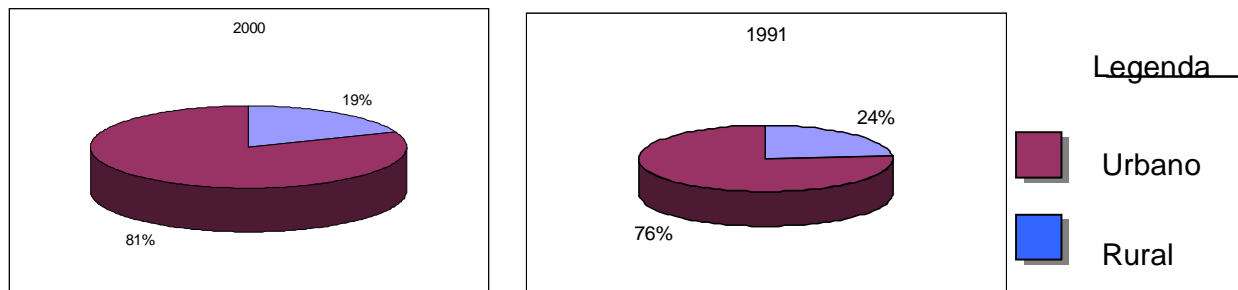


FIGURA 8 - TAXA DE URBANIZAÇÃO – BRASIL 1991/2000.

FONTE: IBGE, CENSO DEMOGRÁFICO 1991 – 2000.

No decorrer do processo de industrialização brasileira as duas metrópoles nacionais, São Paulo e Rio de Janeiro tornaram-se os pólos naturais de atração de recursos econômicos e humanos. Isso levou à formação de aglomerados urbanos à sua volta, parcialmente em função da expansão do sistema de transporte e comunicação, beneficiando a região Sudeste.

A região Sudeste é formada pelos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e ocupa uma área de 924.266 km² equivalentes a 10,86% do território nacional.

Desde a década de 1950, a região Sudeste apresentava um intenso processo de metropolização e urbanização, comandado principalmente pela industrialização.

O censo de 1960 já confirmava essa tendência, pois 57,3% dos habitantes do Sudeste, neste ano já moravam em cidades, conforme a Tabela 5.

TABELA 5- POPULAÇÃO RURAL E URBANA – SUDESTE 1982

Anos	Rural	Urbana
1940	60,6	39,4
1950	52,5	47,5
1960	42,7	57,3
1970	27,2	72,8
1980	17,3	82,7

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1982, IBGE.

No conjunto das regiões brasileiras, a região Sudeste exerce maior peso na determinação da média geral da população urbana e rural do Brasil. Cerca de 83% da população do Sudeste é urbana e apenas 17% rural, como demonstra a Tabela 6.

*TABELA 6- POPULAÇÃO RURAL E URBANA SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES DO BRASIL
EM PERCENTAGEM – 1970 E 1980*

Regiões	1970		1980	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Norte	54,9	45,1	48,4	51,6
Nordeste	58,0	42,0	49,5	50,5
Sudeste	27,2	72,0	17,3	82,7
Sul	55,4	44,6	37,6	62,4
Centro-Oeste	51,7	48,3	33,0	67,0
Brasil	44,0	56,0	33,0	67,0

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1982. IBGE.

Segundo ANDRADE & LODDER (1979), encontra-se na região Sudeste a mais densa malha urbana do país, isto é, uma forte concentração de cidades. No entanto, nem todo Sudeste pode assim ser caracterizado. A maior parte das cidades está concentrada nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, centro – sul de Minas e sul do Espírito Santo.

Assim, a região Sudeste representa 10,85% da área nacional e, segundo o Censo 2000, concentra 42,63 % da população brasileira.

A distribuição populacional, porém, não é homogênea: enquanto nas capitais dos estados a densidade supera 2 mil habitantes por km², outras áreas, como o Pontal do Paranapanema (oeste de São Paulo) ou o noroeste de Minas Gerais têm menos de 10 habitantes por km². O Rio de Janeiro é o Estado mais densamente povoado: 328 hab/km², seguido de São Paulo (149 hab/km²), Espírito Santo (67,2) e Minas Gerais (28,4).

Segundo DÉAK & SIHIFFER (1999), a concentração espacial do capital no Brasil, se deu primordialmente em São Paulo por possuir o maior parque industrial do país, devido ao grande mercado regional da cafeicultura.

Deste modo, os novos ramos industriais já surgiram fortemente concentrados, e a maior parte dos estabelecimentos foi localizada na área metropolitana de São Paulo, ou em suas imediações, Baixada Santista, Campinas e Vale do Paraíba.

Como reflexo do desenvolvimento da industrialização pesada (segunda metade de 1950), que se destinava a incrementar a fabricação de bens de consumo e de produção, o interior do Estado de São Paulo sofreu alterações na estrutura produtiva e na territorialidade.

Com o crescimento da indústria juntamente com a busca de novos mercados, esta se deslocou das cidades maiores, onde enfrenta problemas locais, em direção às menores.

Assim como as grandes metrópoles, as cidades médias tiveram um crescimento desordenado, com baixa qualidade de vida e dificuldade do setor público para proporcionar infra-estrutura necessária.

Desta maneira, a região Administrativa de Campinas passou, a partir dos anos 70, por intenso processo de urbanização, industrialização e modernização do setor terciário.

Em 1980 a aglomeração de Campinas se constituía no “terceiro parque industrial do país” (Tabela 7). Registra-se a presença das mais importantes empresas estatais de grande porte no Estado de São Paulo.

*TABELA 7-CENTROS COM MAIOR PARTICIPAÇÃO NO VALOR DA TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL (VTI) E DO PESSOAL OCUPADO (PO), 1980**

Percentual relativo ao total nacional (RM: Região Metropolitana).

Centros	% VTI	%PO
RM de São Paulo	32,9	29,2
RM do Rio de Janeiro	8,3	7,7
Aglomeração de Campinas	3,5	1,9
RM de Porto Alegre	3,4	4,0
RM de Belo Horizonte	3,1	2,6
RM de Salvador	2,9	1,2
RM de Curitiba	2,0	1,7
Aglom. de S. J. dos Campos	1,9	1,1
Aglomeração de Santos	1,9	0,7
Manaus	1,5	0,9
RM de Recife	1,4	1,6
Aglomeração de Jundiaí	1,2	1,1

FONTE: OLIVEIRA (APUD DÉAK & SIHIFER, 1999, P. 104).

Com o crescimento urbano pelo processo de industrialização, foram surgindo outras aglomerações contínuas entre Campinas, Valinhos, Sumaré, Vinhedo, Nova Odessa, Paulínia, Americana e Santa Bárbara D'Oeste (conurbação campineira), consolidando-se num eixo de interiorização ao longo da rodovia Anhanguera e Bandeirantes, conforme Figura 9.

De acordo com estudos da EMLASA (2002), a região de Campinas é um dos espaços mais dinâmicos do Estado de São Paulo e do país, configurando-se e consolidando-se como área metropolitana.



FIGURA 9- EIXO DE INTERIORIZAÇÃO DE SÃO PAULO AO INTERIOR.

FONTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC (APUD EMLASA, POR DENTRO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, CD-ROM, 2002).

A região Metropolitana de Campinas emerge de sua condição de pólo econômico decorrente de um processo de urbanização originado nas atividades mercantis expandidas e consolidadas pelo processo de industrialização que ocorreu, principalmente a partir dos anos 50.

Fazem parte da Região Metropolitana de Campinas, os municípios ao longo do eixo Anhanguera-Bandeirantes e que formam uma área de urbanização contínua: Campinas, Engenheiro Coelho, Americana, Artur Nogueira, Cosmópolis, Holambra, Hortolândia, Itatiba, Indaiatuba, Jaguariúna, Monte Mor,

Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara D'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo, conforme Figura 10.

Tais cidades apresentaram no ano de 2000, as maiores densidades populacionais, com destaque para Hortolândia com 2.466 hab/km² seguida por Americana com 1.262 hab/km², Sumaré com 1.192 hab/km², Campinas com 1.090 hab/km², Valinhos com 746 hab/km², Nova Odessa com 678 hab/km². As demais cidades apresentaram densidades inferiores à média metropolitana, que é de 634 hab/km².



FIGURA 10 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ANO DE CRIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS.

FONTE: EMPLASA, POR DENTRO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS (CD-ROM, 2000).

De acordo com a EMPLASA (2000), esta concentração industrial e urbana é favorecida pelos seguintes eixos viários regionais as Vias Bandeirantes e Anhangüera, em direção ao município de Limeira, e a Rodovia SP-304, em direção a Piracicaba. Há, ainda, a rodovia D. Pedro I, que faz ligação com o Vale do Paraíba e pelo sistema ferroviário, Cargas, (Figura 11).



FIGURA 11 – MAPA DO SISTEMA RODOVIÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS.

FONTE: EEMPLASA, POR DENTRO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS (CD-ROM, 2000).

4.3. URBANIZAÇÃO EM AMERICANA

Os primeiros registros sobre a ocupação do território onde se localiza o município de Americana, data do final do século XVIII.

Em 1799, Domingos da Costa Machado, Antônio Vieira da Silva Pinto, João Antunes e Agostinho Luiz Ribeiro, obtiveram grandes glebas de terra nas regiões de nova Constituição (Piracicaba) que mais tarde deu origem a Santa Bárbara D'Oeste e São Carlos (Campinas). A divisa entre Santa Bárbara D'Oeste e Campinas era o ribeirão do Quilombo. Os prédios e propriedades que ficassem aquém do ribeirão pertenciam à Santa Bárbara D'Oeste enquanto os situados além do mesmo, pertenciam à Campinas.

Os imigrantes americanos contribuíram para o desenvolvimento de Santa Bárbara D'Oeste e região que, conseqüentemente, originou o nome da cidade de Americana.

A cultura do algodão foi difundida no Estado de São Paulo, na década de 1860-1870, em decorrência dos altos preços dessa matéria prima no mercado internacional. O aumento do preço deu-se devido a interrupção do algodão das principais áreas produtoras do sul dos Estados Unidos, por causa da Guerra da Secessão. Entretanto, o sul é derrotado e muitos de seus habitantes, descontentes com a medida da chamada reconstrução, resolvem imigrar para o Brasil.

Essa imigração foi incentivada pelo governo imperial brasileiro, pois o objetivo deste era fixar pessoas que tinham conhecimento agrícola, profissionais liberais com boa formação moral e intelectual para impulsionar o desenvolvimento do interior do país. Formaram-se assim, vários núcleos, sendo o de Santa Bárbara D'Oeste o que mais se desenvolveu.

Segundo MORELLI (1999), em 1875 é inaugurada a Estação Ferroviária de Santa Bárbara D'Oeste que se situava a 10Km do núcleo desta cidade, o que estabelecendo um núcleo urbano com um intenso comércio, motivado principalmente pelos norte - americanos que evoluíram o cultivo com técnicas agrícolas inovadoras (em destaque a melancia).

Devido a presença dos americanos a vila passou a ser conhecida como Vila dos Americanos.

No final do século XIX, a Vila era composta por outros imigrantes com diversos saberes: sapateiros, alfaiates, padeiros, construtores, marceneiros, entre outros. Esses imigrantes eram sírios, portugueses, alemães, letos (concentrados no distrito de Nova Odessa) e, na sua maioria, italianos com suas sociedades de mútuo socorro, agrícola, clubes e atividades comunitárias como o mutirão para a construção da primeira capela de Santo Antônio, que originou a Igreja Matriz (localizada na parte mais elevada da cidade, tendo declives em direção à Estação Ferroviária).

Ainda no ano de 1875 foi inaugurada uma tecelagem de algodão situada na fazenda São Domingos (atual Carioba). Esta fábrica, uma das três primeiras

tecelagens do Estado de São Paulo, foi o embrião do parque e da vocação têxtil da cidade. A fábrica era acionada através de uma “roda d’água”, que gerava energia necessária para o consumo motriz.

Segundo MORELLI (1999), por volta de 1884, a tecelagem de Carioba é comprada por Clemente Willmot e outros europeus, que fizeram grandes ampliações para produzir casemiras de alta qualidade, mas faliram em 1896.

As principais estradas nesse período referem-se ao que hoje se conhece pela avenida Nossa Senhora de Fátima, trecho da estrada velha de Limeira; avenida da Saudade, que segue pela avenida Pinto Duarte e desemboca na via Anhanguera, estrada para Campinas e avenida Campos Salles à avenida Santa Bárbara.

As casas dos operários de Carioba, de acordo com CALDEIRA (1930) tinham água encanada, luz elétrica e esgoto. Carioba tinha também escola, açougue, padaria, farmácia, leiteria, hotel, restaurante, clube recreativo, salão de danças, cinema, igreja, vários bares, aeroporto e o Parque Recreativo Dona Albertina, onde os turistas faziam piqueniques. Foi beneficiada com asfalto e saneamento das moradias no início do século XX e no centro urbano se completou em 1947, não considerando a questão ambiental.

Em 1907, a Fazenda Salto Grande, a mais antiga e importante da região, foi comprada por Rawlinson, Muller & Cia. Aproveitando o salto existente no rio Atibaia, construíram uma usina hidrelétrica que a partir de 1911 forneceu energia para Americana, Sumaré, Monte Mor, Nova Odessa e Carioba, bem como possibilitou a expansão industrial, novamente sem levar em consideração a degradação ambiental do meio.

Em 1924, segundo CALDEIRA (1930) foi criado o município de Vila Americana e em 1938 oficializou-se o nome para Americana que em 1953 deixou de pertencer à Comarca de Campinas.

Em 1929, Americana se configurava como um vilarejo tradicional do interior formado por um quadrilátero que tinha do lado inferior o rio e a ferrovia, que

motivaram a abertura da Av. Dr. Antônio Lobo, marco de chegada ao município. Esta avenida era cortada por sete ruas transversais e com outras poucas paralelas que subiam o vale em sentido à Igreja Matriz Velha de Santo Antônio. Havia também três praças em seus arredores: a da Matriz, 15 de Novembro e Basílio Rangel. O entorno imediato da vila era rural, composto por fazendas e sítios produtores de frutas, hortaliças e algodão.

Com isso, a cidade desenvolve uma característica específica que é a polaridade existente entre o núcleo central e o bairro de Carioba, o que gerava uma dupla centralidade à Americana. Estas áreas eram unidas pela estrada de Carioba, hoje é uma rua, que partia defronte ao largo da Matriz Velha de Santo Antônio, cruzava o ribeirão Quilombo e seguia em paralelo ao bairro Carioba.

Em 1930, a usina hidrelétrica foi vendida para um grupo americano e após a venda para a CPFL, a família Muller, projetou e construiu a usina hidrelétrica Cariobinha que foi inaugurada em 1935, no ribeirão Quilombo. De acordo com CALDEIRA (1930) e BRYAN (1967), foi também nesta época que a cidade recebeu calçamentos e paralelepípedos na sua entrada, dos lados de Limeira e Carioba, melhorando o aspecto da cidade.

Mas em Carioba, iniciou-se um processo de decadência, no período da II Guerra, onde a posse da área foi transferida em 1945 à família Abdalla.

Na década anterior havia inicializado o processo de dispersão de pequenas fábricas (impulsionadas pelo sistema façonista) em direção à Americana, onde ocupou primeiramente a rua Carioba, depois o bairro Cordenonsi, Vila Redher e Conserva. E devido à necessidade do uso da água, as tecelagens e tinturarias se instalaram às margens do ribeirão Quilombo, novamente sem a preocupação com a questão ambiental.

Em 1930, o prefeito, juntamente com a Câmara Municipal, deliberou onerar com um imposto especial, os terrenos situados dentro do perímetro urbano, nos quais não se houvesse ainda construído. Com isso, os administradores visavam incentivar as construções no centro da cidade e nos terrenos mais

próximos, quase que obrigando os proprietários à construção. Isso explica a ocupação na margem esquerda do ribeirão Quilombo, principalmente em áreas de várzea pelo descaso com a questão ambiental. Nesta época, surge também o cemitério da Saudade, na estrada para Campinas, demonstrado na Figura 12.

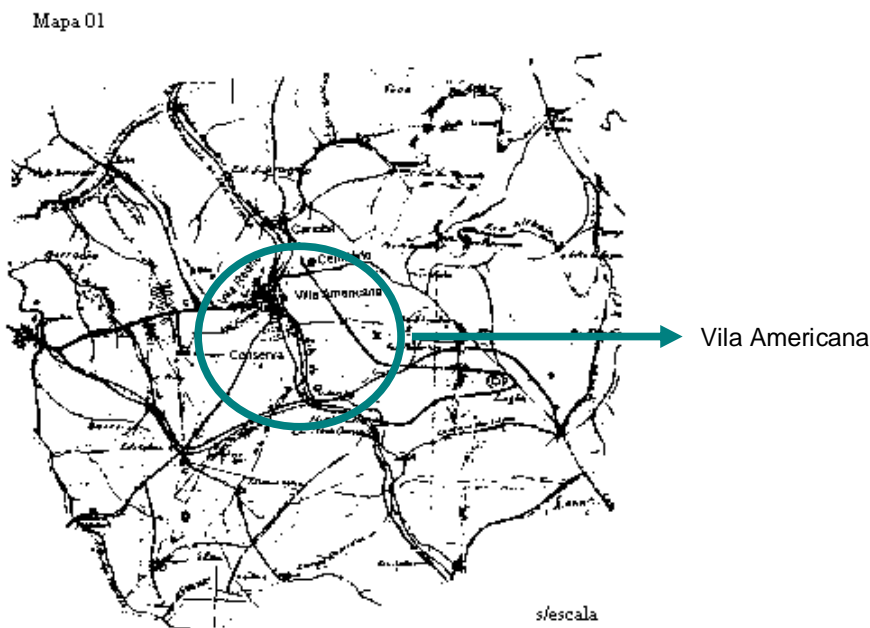


FIGURA 12- PLANTA DO MUNICÍPIO DE VILA AMERICANA EM 1931.

FONTE: MORELLI (1999, P. 25).

Segundo MORELLI (1999), de 1910 a 1930, desenvolveu-se a malha urbana desde a Conserva até a rua Carioba, expandindo-se para a vila Redher. Apareceram então os primeiros traçados de vias públicas, sendo a fiscalização feita pela comarca de Campinas, esporadicamente.

Ao final de 1930 e início de 1931, o Brasil iniciou o regime ditatorial em meio à era Vargas, que teve seus reflexos espalhados por toda política brasileira e em 1938, o decreto de lei estadual nº 9775, deu ao município a denominação de Americana, com o distrito de Nova Odessa.

Até o ano de 1940, quem assumiu a prefeitura, nada fez além de reservar à Vila, condições financeiras para que os administradores futuros pudessem utilizar.

Anterior a década de 40, o ordenamento da ocupação do território seguia a legislação estadual e, com o crescimento da industrialização e conseqüentemente da urbanização, houve a necessidade de uma legislação municipal específica, que em Julho de 1948 é promulgada sob o nº 176.

A Lei nº176 de 27/07/1948 dividia a cidade em quatro zonas (Apêndice 1, p.180) para efeito de localização de fábricas, oficinas, depósitos e instalações que interessassem à saúde, à higiene, ao sossego, ao bem-estar e à segurança pública. Na Zona Central não seria mais concedida licença de funcionamento de indústrias de qualquer espécie, salvo as existentes e nem alvarás para reformas, adaptação de prédios destinados a esses fins.

A Zona Intermediária impedia o funcionamento de novas indústrias e oficinas e permitia a reforma e ampliação das indústrias e oficinas existentes. Com a Lei nº184 de 27/09/48, passou a ser permitida a reinstalação de indústrias ou oficinas nesta zona. Na Zona Residencial, era permitido somente uso residencial. Na Zona Industrial era permitida qualquer construção, desde que obedecesse à disposição do Código Sanitário do Estado e permitia a construção de prédios industriais, oficinas e depósitos na av. Campos Sales e estrada de Cillos, sem atingir as ruas paralelas.

Em 09/11/ 51, a Lei nº373, acrescentou que não seriam concedidos alvarás também para ampliações.

De acordo com GOBBO (1999) nesta época de expansão urbana e econômica, houve a inauguração da segunda Usina Hidrelétrica (Salto Grande) na cidade, sendo a primeira em Carioba. Com a construção da represa, esta atraiu a ocupação de suas margens pelas chácaras de veraneio.

Segundo MORELLI (1999), durante a época de 1940-1950, a população cresceu de 10.556 habitantes para 18.183 habitantes, fazendo surgir assim a necessidade de novos loteamentos.

Em 1949, segundo BIANCO (1975), houve uma enchente na vila, devido a cheia do córrego do Parque, atingindo e destruindo inúmeras casas e causando a morte de pessoas. Os prejuízos causados por esta enchente, exigiram a ajuda de municípios vizinhos e do Governo do Estado, para que se pudesse retomar o ritmo do desenvolvimento.

Mas, não foi apenas uma vez que a vila ou a cidade de Americana foi vítima das enchentes. Quando a chuva era muita, as águas transbordadas formavam verdadeiros lagos. Na rua Carioba isto ocorria com freqüência, ficando a rua intransitável, obrigando os moradores e usuários a atravessarem o local de canoas ou, quando as águas diminuía, de carroças e caminhões.

O final do córrego do Parque (próximo ao ribeirão Quilombo), foi canalizado entre 1952 e 1955. Entre as décadas de 10 e 20, as águas deste córrego foram represadas (exatamente onde hoje é a Prefeitura Municipal de Americana) pela Cia. Paulista de Estradas de Ferro, para garantir o fornecimento de água à via férrea. O proprietário das terras aproveitou-se da lagoa que foi formada construindo em meio a ela um quiosque e na continuação do córrego, fez um parque arborizado (Jardim Ideal), com caminhos, todo gramado para uso particular.

A lagoa formada pela represa passou a ser um local de passeios de barcos e piqueniques. Por volta da década de 30, quando a propriedade havia sido dividida e grande parte vendida pelos herdeiros, de acordo com BIANCO (1975), pouco abaixo da lagoa, tornaram a represar as águas do córrego, construindo paredões que formaram uma piscina, que, como o parque tornou-se de domínio público. Assim, com o tempo o parque cobriu-se de mato e foi desaparecendo, permanecendo apenas uma praça com o córrego entrecortando-a (Apêndice 2, p. 181) que em seguida foi canalizado pela cidade desaguando no ribeirão Quilombo.

No período de 1952 a 1955, assumiu a prefeitura Jorge Arbix. Durante sua gestão, surgiu a preocupação com a falta de moradia devido ao surto industrial, estabelecendo assim, a lei 05 de 26/04/ 52, onde 30% da tributação de Impostos Predial e Territorial Urbano seria revertida à desapropriação de terrenos e obras de infra-estrutura, para que pessoas residentes no município pudessem construir sua casa. Essa lei não vigorou por não ser de interesse da classe industrial, que detinha grandes quantidades de terras e lotes urbanos, em estimular a política habitacional. No ano de 1953 Americana foi elevada à categoria de comarca.

O grande desenvolvimento industrial que impulsionava a urbanização fez com que a especulação imobiliária conduzisse novos loteamentos distantes do centro, fazendo assim com que a prefeitura levasse a infra-estrutura para estas novas áreas, pois a legislação não obrigava os loteadores a fazê-la. E com essa ocupação desordenada, referente à falta de um ordenamento para a cidade havia, a necessidade de um planejamento territorial a ambiental.

Neste sentido, percebe-se que não havia a preocupação ambiental com o desenvolvimento urbano, pois nesta época apesar de ter o Código Florestal e ações quanto ao planejamento do território, transparece a não utilização destes instrumentos como contribuição ambiental na degradação.

A urbanização na margem direita do ribeirão Quilombo, à leste da cidade foi menos intensa na primeira metade do século XX, devido às dificuldades em transpor o rio e a ferrovia. Sendo assim, esta parte da cidade teve sua expansão após a década de 50, com a construção do viaduto Amadeu Elias. Até então havia apenas uma pequena ocupação à leste, no trecho inicial da rua Carioba, a partir do qual se formou o bairro Cordenonsi e Cariobinha, caracterizado por pequenas tecelagens entre casas de família de origem operária. Outra formação próxima ao cemitério da Saudade e bairro São Manoel e mais adiante o São Vito, originários do retalhamento de grandes chácaras que havia no caminho para Campinas (Apêndice 3, p.182).

Com isso, obteve-se a estruturação ao longo de um importante corredor viário formado pela avenida da Saudade, Paschoal Ardito. Nesta época, a oeste do ribeirão Quilombo haviam outros eixos estruturados em torno da avenida Campos Sales, o trecho da avenida Cillos e a rua Presidente Vargas que margeia o córrego do Parque.

Surgem assim, os bairros distantes e descontínuos em relação à malha urbana consolidada, mudando a forma do município de radiocentrismo para tentacular, com aglomerações próximas aos principais eixos viários.

A parte leste da cidade tomou impulso após a década de 50, com a construção do viaduto Amadeu Elias.

Havia uma porteira na rua Carioba, a qual se fechava para a passagem do trem (hoje 2002 - não há porteira, mas continua a passagem de automóveis transpondo a linha férrea) até a década de 70, quando foi construído o Viaduto Centenário.

De acordo com GOBBO (1999), as rodovias surgiram a partir da década de 50, com o surto industrial do pós - guerra. Elas foram construídas paralelas as ferrovias, sendo a Anhanguera no sentido capital - interior à leste do município e a Rodovia Luiz de Queiroz no sentido leste - oeste, ou seja, Anhanguera - Piracicaba.

Em 1966, entrou em vigor a Lei nº 786 de 26/12/66, que modificou as normas urbanísticas para loteamentos, zoneamentos e para a construção no município, com base no Código Sanitário.

O zoneamento estabelecido nesta lei (Apêndice 4, p.183) dividiu o território em zona residencial especial, zona residencial restrita, zona comercial, zona industrial e zona industrial restrita. Na zona residencial especial seria permitido o uso de comércio desde mercadorias, hotéis, até marcenarias, lavanderias etc.

No zoneamento de 1966, o que prevaleceu em relação à configuração urbana foi a zona industrial, que ficou esparsa por todo o território, e que se modificou posteriormente. Não houve uma preocupação em delimitar áreas para expansão urbana, com áreas de preservação ambiental e áreas verdes.

No final da década de 60 e início da década de 70, houve uma nova expansão industrial promovida pela implantação de indústrias multinacionais como Goodyear, Polyenka, Toyobo e Santista e pela modernização de outras como, por exemplo, Tabacow. Nesta época a população cresceu de 37.856 habitantes em 1960 para 62.387 habitantes em 1970 e 121.794 em 1980. Este crescimento acabou por gerar a ocupação de áreas ao leste da via Anhanguera (Manancial Represa do Salto Grande), sem determinar critérios do ponto de vista ambiental, contribuindo assim para a degradação ambiental da área.

Nesta mesma época, segundo MORELLI (1999), o poder público federal incentivou a elaboração de um Plano Diretor e em 1970 o município contratou a empresa ASPLAN para desenvolver o plano que não foi realizado. Essa contratação deu-se mais em decorrência de ser esta uma condição para obtenção de verbas federais e menos pela consciência da necessidade de um planejamento.

O Plano proposto tinha por objetivo, manter o ritmo de desenvolvimento industrial, estimular o turismo e recreação ao longo da represa, melhorar o nível de vida urbana através da ordenação do sistema viário e racionalizar a administração pública além de promover a integração à vida regional, mas não citava nada a respeito da questão ambiental.

Nesta proposta de organização territorial para 1970-1990, a ocupação residencial foi em todo o território e as indústrias se concentraram ao longo da via Anhanguera, do rio Piracicaba e da rodovia Luiz de Queiroz.

O zoneamento de 1970 (Apêndice 5, p.184) era composto por zonas mistas (comércio e residência) -ZM1, sendo uma no final da av. Campos Salles e outra próxima à rodovia Anhanguera e a volta de uma zona central formada pelo

centro urbano. Fica evidente a formação de corredores de serviço em direção ao centro formado pela zona mista (ZM1) e o descaso que até então já havia com a questão ambiental, sendo apenas a área em torno da represa do Salto Grande, área de proteção. A leste da represa estabeleceu-se a zona rural e entre a represa e a rodovia Anhanguera, zona para expansão urbana e zona marginal das rodovias que começaram a ser ocupadas em meados da década de 70, por conjuntos habitacionais do BNH (Banco Nacional Habitacional).

Em meados da década de 70, implementaram-se algumas das obras apontadas no Plano, como o viaduto Centenário (ligação da av. da Saudade com Dr. Antônio Lobo), o Terminal Rodoviário Urbano, entre outras, contribuindo para o adensamento do lado leste do município.

É também neste período que houve o descaso com a valorização da história local, com a demolição da maioria dos edifícios do bairro Carioba, continuando ainda, o descaso com a questão ambiental.

A legislação do desenvolvimento urbano dessa época foi a Lei de Parcelamento e Aproveitamento do solo e a de Uso e Ocupação de nº 2264 de 15/12/88.

Analisando o zoneamento de 1988 (Apêndice 6, p.185) percebe-se a grande diferença deste em relação ao de 1970, pois todos os usos foram modificados, permanecendo o mesmo apenas na zona central, a qual foi expandida a área de zona residencial (ZR2).

Parte das zonas industriais e dos corredores de serviço permaneceram e outras foram implantadas, o que não solucionou a dispersão das fábricas em áreas residenciais de antigos bairros, pois de acordo com o art 25 da lei em questão, foi admitida a reinstalação de estabelecimentos industriais em edificações cujos alvarás tinham sido expedidos anteriormente a publicação desta lei em zona residencial 2 (ZR2). Isso ocorreu também com a ZR3. Outra zona que permaneceu foi a rural (ZE4) e também ZR1, ou seja, zonas residenciais 1 ao lado da represa.

Um fator muito relevante foi à mudança de ZR1 para ZR2, o que conseqüentemente, sobrecarregou a infra-estrutura, devido ao grande aumento populacional na área.

Essa fragmentação do zoneamento fez com que surgissem sub centros como o que ocorreu, por exemplo, no bairro Antônio Zanaga, principalmente pela distância com a área central.

Apesar de haverem zonas especiais que compreendam áreas de preservação ambiental, cultural (ZE1), áreas de proteção aos mananciais e recursos hídricos (ZE2), área de expansão urbana (ZE3) e áreas rurais (ZE4), são pouco especificadas, pois deveriam ter melhores definições juntamente com um plano de gestão, principalmente se relacionados ao ambiente.

No início da década de 90 intensifica-se a crise econômica que havia começado no final da década de 80, devido ao sucateamento do parque têxtil e a abertura do mercado aos tecidos importados.

O zoneamento de 1988 permaneceu até janeiro de 1999, quando foi aprovado o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) como instrumento básico de política urbana e do processo de planejamento do município (Apêndice 7, p.186).

Comparando o zoneamento de 1988 com o zoneamento de 1999, verificou-se pouca diferença, a não ser pela junção das zonas de serviços 1 e 2 (ZS1 e ZS2), que passaram a ser zonas de corredores de serviços (ZCS) e pelo aumento dessas zonas e as áreas de proteção e preservação ambiental (APPAS).

Neste sentido, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI/1999) estabelece apenas 11 Áreas de Proteção e Preservação Ambiental (APPAs), conforme Figura 13.

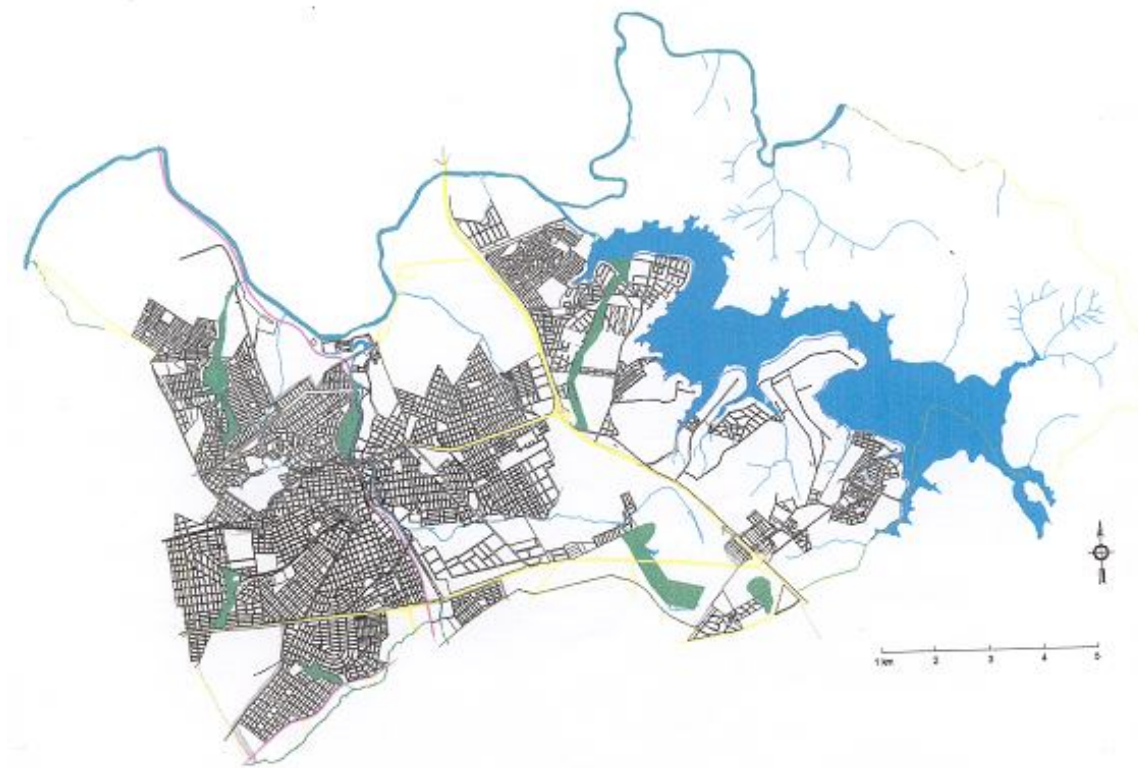


FIGURA 13 – MAPA DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.

FONTE: GURLER (2000, p. 34).

No Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana, apenas o capítulo V do art 23 ao 26, é referente à política de meio ambiente, que tem por objetivo a “melhoria da qualidade de vida para toda população, devendo constituir-se num instrumento de superação dos equilíbrios ecológicos, através da implementação de um processo de desenvolvimento sustentável”. Diante disso, não especifica diretrizes para alcançar essa qualidade ambiental.

Nesta época, Americana já se encontrava conurbada com os municípios vizinhos e com um grande número de prédios, ou seja, o adensamento da cidade já estava sendo verticalizado.

Esse adensamento ou crescimento vertical de um lado pode ser favorável, pois aproveita ao máximo a infra-estrutura existente, mas por outro lado, gera a superutilização dos sistemas de infra-estrutura implantados, pois a rede terá que suprir esse fornecimento.

Apesar da conurbação e de apresentar uma ocupação de quase 100% na zona urbana (434 habitantes na zona rural), Americana apresenta inúmeros vazios, na área estabelecida pelo PDDI como Área de Urbanização Consolidada.

Esses vazios representam o alto custo da terra em áreas privilegiadas (determinadas pelo zoneamento), que pertencem a um mesmo proprietário ou a um grupo deles (a especulação imobiliária), que unidos, impõem os preços altos para a venda desses terrenos, fazendo assim, com que os menos abastados sejam forçados, por pressões econômicas, a ocupar a cidade de modo irregular (loteamentos clandestinos), o que reforça a tendência de segregação da população que não pode arcar com o ônus da urbanização.

Com o crescimento acelerado do processo de industrialização em Americana e cidades da região no século XX, conseqüentemente houve uma tendência à expansão urbana desrespeitando-se as condições físicas do local. Isso por que o processo de expansão aumentou, conseqüentemente, a especulação imobiliária.

Pelo fato do relevo do município ter ondulações suaves e topos aplainados, a mancha urbana não encontra obstáculos e tende à expansão, ocupando assim áreas das divisas dos municípios, ou seja, unindo as cidades num processo de conurbação, considerando a parte leste do município (área situada após a Rodovia Anhanguera) pela Prefeitura Municipal de Americana, vetor de crescimento - área pós-represa (Figuras 14 e 15).



*FIGURA 14- FOTO DA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA.
FONTE: ARQUIVO PESSOAL, 2000.*

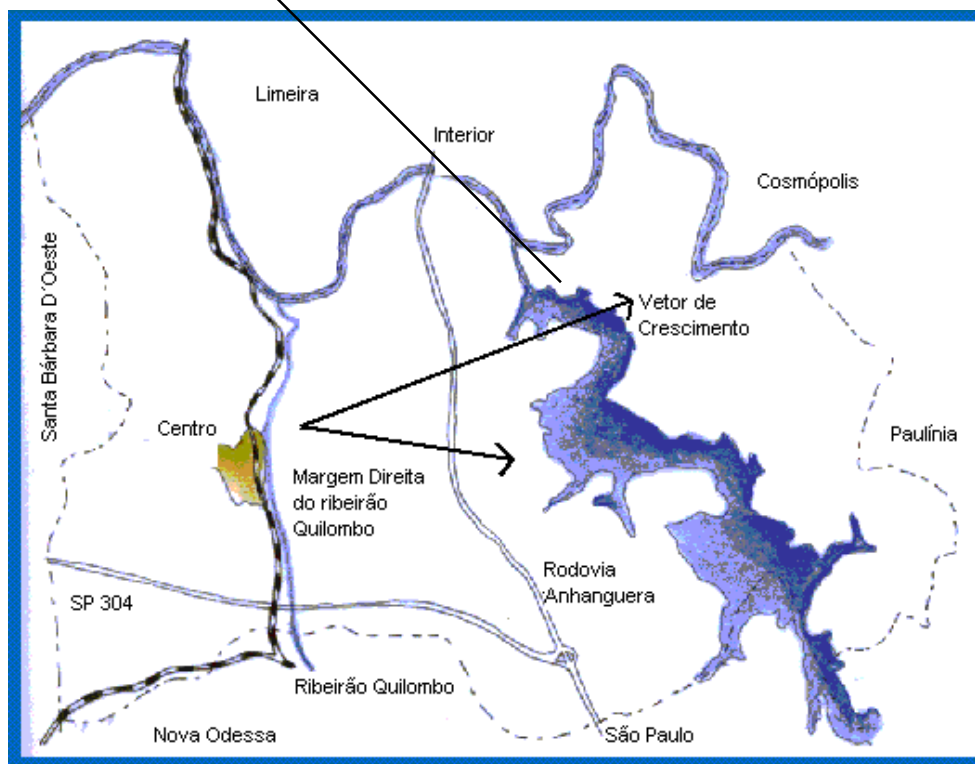


FIGURA 15 – MAPA DA CIDADE COM O VETOR DE CRESCIMENTO.

FONTE: ARQUIVO PESSOAL, 2000.

Neste sentido, o crescimento das áreas urbanas (vertical ou horizontal), deve ser adequadamente previsto pelo planejamento, a fim de evitar danos à paisagem urbana.

4.4. ALTERAÇÕES DO CLIMA URBANO – ILHAS DE CALOR

Diante da crescente problemática ambiental causada pelo acelerado processo de urbanização, faz-se necessário o estudo de climatologia. À medida que se aprofunda no tema, a questão das áreas verdes nas cidades adquire relevância. A vegetação urbana é apontada por vários pesquisadores como um importante agente atenuante dos efeitos causados pelas interferências antrópicas, principalmente devido a alteração de elementos climáticos que resultam em desconforto térmico e comprometem, inevitavelmente, a qualidade de vida.

O meio ambiente urbano, segundo GUERRA & CUNHA (2001), é um sistema inter-relacionado em que tanto os elementos que são obra do homem como os elementos naturais são considerados parte do sistema de relações, os resultados são frutos da combinação dos dois. Por isso, o clima da cidade corresponde a um sistema aberto, implicando, portanto, entrada de energia, sua transformação no sistema e exportação para o meio ambiente.

De acordo com os mesmos autores, a preocupação com a qualidade do ambiente urbano remonta ao período da Revolução Industrial, em função do estado de deterioração dos grandes aglomerados industriais que se desenvolveram principalmente na Inglaterra, França e Alemanha, o que justifica a preocupação com o estudo do clima nas cidades.

Com o desenvolvimento dos centros urbanos, as áreas construídas se expandem, ocupando espaços antes pertencentes à vegetação. A troca de cobertura vegetal pela pavimentação e pelas construções tem gerado problemas, como desconforto, *stress* e danos para a saúde física quanto mental dos habitantes (BUENO, 1998).

Da mesma maneira, para GUERRA & CUNHA (2001), as cidades com suas indústrias, trânsito intenso, concentração de edifícios, equipamentos e pessoas, novas formas topográficas, retirada da cobertura vegetal,

impermeabilização do solo e produção artificial de calor, provoca uma perturbação significativa de fluxos de ar intra-urbano.

Neste sentido, a cidade dissipa, desvia, intensifica e gera movimentos do ar, os quais, se dirigidos, podem dissipar a poluição. Assim, segundo SPIRN (1995), as contradições do fluxo do ar na cidade são difíceis de serem controladas, mas a recompensa é grande, pois o movimento do ar pode ajudar a diminuir os poluentes, aumentar o conforto e conservar energia.

Mas, a poluição nas cidades ameaça as paisagens, sendo que em algumas cidades com pouca arborização nas ruas, há proliferação maior da poluição causando doenças no homem, modificando o clima, causando inundações, chuvas ácidas e as ilhas de calor.

A Ilha de calor é o aumento de temperatura (raios solares), modificando composições atmosféricas como a ventilação, a umidade e, às vezes, causando chuvas intensas, em determinada época do ano. Esses efeitos climáticos acontecem, principalmente, pela ausência de arborização na cidade, materiais usados para a construção de edifícios e gases liberados pelas indústrias.

Neste contexto, para BUENO (1998), o aumento da temperatura nas áreas urbanas, ou seja, a formação de ilhas de calor se deve à grande impermeabilização do solo, tanto pelas construções, como pavimentações, ao aumento da concentração de poluentes, fruto das atividades humanas, à falta de umidificação do ambiente, aos materiais utilizados nas edificações altamente refletoras, absorventes e emissores de energia e principalmente ao descaso com a vegetação, onde as áreas verdes foram simplesmente legadas a um segundo plano ou até mesmo banidas, causando desequilíbrio no ecossistema das regiões.

A área central da cidade, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, em ruas estreitas, forma tipicamente segundo SPIRN (1995), o centro da ilha

de calor. Nesta área, a capacidade térmica dos edifícios e da pavimentação é maior, e menor a circulação do ar.

Um estudo realizado por LOMBARDO (1985) sobre a cidade de São Paulo, comprovou que há uma relação entre os tipos de uso do solo urbano com a variação das temperaturas superficiais. Em locais com crescimento vertical intenso, com altas taxas demográficas e pouca quantidade de vegetação, principalmente nos setores industriais e residenciais, houve verificação de altas temperaturas e por outro lado, nas regiões que apresentam maior concentração de espaços livres, com vegetação ou próximos a reservatórios de água, houve um declínio de temperatura. Assim, observa-se a relevância da vegetação como reguladora de temperatura nas cidades, bem como a melhoria do clima urbano.

4.5. ÁREAS VERDES URBANAS

Na Antiguidade, as áreas verdes e jardins, eram especialmente destinados ao uso e prazer de imperadores e sacerdotes, mas segundo SILVA (2000), na Grécia aparecem como lugares de passeio e conversação. No Império Romano, a paisagem, o jardim e o parque constituíam um luxo reservado aos mais ricos. Na Idade Média, formaram-se no interior das quadras e depois foram absorvidos pelas edificações. No Renascimento transformaram-se em cenografias, evoluindo no Romantismo como parques urbanos, lugares de repouso e distração dos cidadãos. E a cidade industrial moderna, colocou a exigência de áreas verdes, como elemento urbanístico, e não mais destinados apenas à ornamentação urbana, mas como uma necessidade higiênica, de recreação e até de defesa e recuperação do meio ambiente em face a degradação de agentes poluidores.

Portanto, até o século XVIII, aproximadamente, havia harmonia das cidades com o ambiente natural, mas com a Revolução Industrial essa relação se modificou, ou seja, as cidades não se adaptaram às condições do meio pré-existente, originando um processo de destruição deste. Assim, a situação de

grande parte das cidades é de total antagonismo ao meio natural, com conseqüentes desequilíbrios ecológicos, climáticos, sociais e com ausência de espaços naturais e massas vegetais no interior da malha urbana.

Segundo LORUSSO (1992), a maioria dos autores consideram áreas verdes urbanas, como o conjunto composto por três setores individualizados, mas que estabelecem interfaces entre si:

- Áreas verdes públicas: compostas por praças e parques destinados ao lazer e recreação da população onde a mesma tem a possibilidade de quebrar a monotonia e combater o estresse causado pela agitação dos centros urbanos e está em convívio direto com a natureza;
- Áreas verdes privadas: são aquelas incorporadas a casas e edifícios, as quais não se destinam ao lazer da população em geral, mas deve ser considerado devido aos benefícios ecológicos e microclimáticos que proporcionam.
- Arborização de ruas e avenidas.

Mas a simples existência dos três setores acima não caracteriza um sistema de arborização urbana. Deve existir um adequado planejamento capaz de organizar os setores e normatizar seu uso.

Quanto ao destino, MILANO (1995) considera que as áreas verdes, constituem-se como subsistema dos espaços abertos e assim estão classificadas em preservação; melhoria das condições ambientais; recreação e lazer; uso institucional; uso particular e circulação.

Sendo assim, toda área verde urbana (principalmente as de uso público), precisam ser planejadas e inventariadas, para que dessa forma atendam às necessidades da população e viabilizem os fins a que se propõem.

Já CAVALHEIRO *et al* (1999), propõe a conceituação do termo áreas verdes como um tipo especial de espaços livres onde o elemento fundamental da

composição é a vegetação, que deve ocupar 70% da área juntamente com o solo permeável.

Para SILVA (2000), as áreas verdes urbanas são caracterizadas pela existência de vegetação contínua, amplamente livre de edificações, ainda que recortada por caminhos, vielas, brinquedos infantis e outros meios de passeios e divertimentos leves, quando tais áreas se destinem ao uso público.

O regime jurídico de áreas verdes pode incidir sobre espaços públicos ou privados e a legislação urbanística poderá impor aos particulares a obrigação de preservar áreas verdes existentes em seus terrenos, ou mesmo impor a formação, ainda que permaneçam com sua destinação ao uso dos próprios proprietários. É que como visto, as áreas verdes não têm função apenas recreativa, pois equilibra o meio ambiente urbano também.

De acordo com SILVA (2000), as leis de parcelamento do solo determinam que a área total do projeto de arruamento seja destinada para uso público, de acordo com as diretrizes e a localização determinadas pela prefeitura; um mínimo de 10 a 15% para as áreas verdes.

Ainda segundo o mesmo autor, nem toda área urbana arborizada entra no conceito de área verde, pois nesta a vegetação é destinada à recreação e ao lazer, o que significa que onde isso não ocorrer terá arborização, mas não área verde como é o caso de uma avenida ou alameda arborizada, onde a vegetação é acessória, ainda que seja muito importante, visto que cumpre a finalidade de equilíbrio ambiental, além de servir de ornamentação da paisagem urbana e de sombreamento à via pública.

De acordo com PITT *et al.* (1988), as árvores contribuem para a preservação da qualidade ambiental das cidades, destacando: a melhoria das condições de solo urbano, a melhoria do ciclo hidrológico das cidades, do aumento da diversidade e quantidade da fauna nas cidades, a moderação dos extremos microclimáticos urbanos e a redução dos níveis de poluição na atmosfera urbana.

O ambiente urbano é composto por um conjunto de estruturas, algumas naturais outras resultantes da intervenção humana: parques, praças, rios, lagos, edifícios baixos e altos, ruas largas e estreitas, fábricas etc. Assim, essas estruturas, dependendo de sua natureza e distribuição espacial determinam uma grande diversidade climática.

PITT *et al.* (1988) sugerem que os microclimas podem ser divididos em três classes: áreas com superfícies evapotranspirativas como os parques); áreas desprovidas de vegetação, expostas ao céu e secas (como um grande estacionamento) e áreas delimitadas por ruas estreitas e edifícios altos.

Neste sentido, a vegetação urbana é representada pelas áreas públicas, particulares e arborização, tendo um papel de destaque nos centros urbanizados no que diz respeito à qualidade ambiental.

4.5.1. FUNÇÕES DOS ESPAÇOS VERDES

Os espaços verdes, segundo BRUCK *et al.* (1982), têm funções muito importantes, tanto mais quanto estejam distribuídos por entre toda a massa construída, entre as áreas residenciais e as de trabalho, não adiantando concentrar essas áreas em apenas determinados pontos. Neste aspecto, não deve perder-se de vista que o espaço verde é uma ligação dinâmica entre o meio urbano, o rural e o natural, não devendo os elementos vegetais de organização desses espaços serem reduzidos a colocações de ordem estética, mas considerados como um sistema ecológico, onde participam componentes bióticos reequilibrando um sistema artificial.

Assim, deve-se considerar de grande importância o espaço livre e, por consequência, as áreas verdes para o manejo do território.

As funções básicas apresentadas a seguir ressalvam o meio ambiente urbano nos seus componentes físico (clima, solo, água) e biótico (vegetação, principalmente), segundo BRUCK *et al.* (1982).

- **Melhoria do Clima:** as ilhas de calor, que são assim denominadas porque as temperaturas em regra decrescem do centro para a periferia urbana, a radiação elevada, umidades relativas do ar, ventos e conseqüências são elementos que influenciam no bem estar. Assim, o planejamento de espaços livres, com corredores de ar fresco, são condições para a regeneração e troca do ar. A vegetação propicia um enriquecimento de oxigênio, e pela sua transpiração uma filtração e deposição de poeira e poluentes.
- **Conservação do Solo:** o solo é um dos recursos naturais que afetam o desenvolvimento urbano e portanto faz-se necessário o conhecimento do recurso do solo, sua capacidade, bem como sua preservação. Deve-se também considerar o inter-relacionamento solo-vegetação como organismos vivos, pois a vegetação é importante contra ruídos e na proteção visual, permitindo ao solo agir como filtro que retém ou decompõe substâncias tóxicas e realimenta o lençol freático.
- **Segurança no Equilíbrio Hídrico:** um adequado balanço hídrico só pode ser suficiente em grandes espaços verdes. Assim o solo e a vegetação devem estar equilibrados de modo a maximizar a absorção e retenção de água, promovendo uma renovação do lençol freático.
- **Conservação dos Biótopos:** as áreas verdes contribuem nas áreas urbanas para conservação dos biótopos, além de ser importante na diversificação da paisagem para o equilíbrio ecológico.
- **Capacidade de Lazer e Integração da Paisagem:** a importância da área verde como um integrador social é marcante, promovendo o lazer para as diversas faixas etárias, principalmente nas cidades de pequeno e médio porte.
- **Preservação e Melhoria da Produção Agrária:** os espaços também devem ser considerados quando se trata de produção agrícola e florestal nas regiões urbanas e peri-urbanas.

4.5.2. ÍNDICES DE ÁREAS VERDES

O índice de áreas verdes expressa a quantidade de espaços livres de uso público, em Km² ou m², pela quantidade de habitantes que vivem em uma determinada cidade. Com isso entram as praças, os parques e os cemitérios, ou seja, aqueles espaços cujo acesso da população é livre. Deve-se trabalhar com um primeiro valor que é registrado em função da quantidade total das áreas existentes e um segundo, recalculado, que expresse quantas dessas áreas estão sendo realmente utilizadas, após uma avaliação do seu estado de uso e conservação. Este índice se refere àquelas áreas verdes que desempenham todas as funções descritas no item anterior. No entanto, está intimamente ligado à função de lazer que desempenham ou que podem desempenhar.

Outro índice que pode ser gerado é o índice de cobertura vegetal em área urbana. Para obtenção desse índice é necessário o mapeamento de toda cobertura vegetal de um bairro ou cidade e posteriormente sua quantificação em m² ou Km². Conhecendo-se a área total estudada, também em m² ou km², chega-se à porcentagem de cobertura vegetal que existe naquele bairro ou cidade. Assim, se mapearmos somente as árvores, então esse índice expressará somente a cobertura vegetal de porte arbóreo.

Segundo CAVALHEIRO & DEL PICCHIA (1992), ainda em relação aos índices está difundida e arraigada no Brasil a assertiva de que a ONU, considera ideal que cada cidade dispusesse de 12 m² de áreas verde/habitante.

4.5.3. PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA CILIAR

De acordo com DURIGAN (1994), a importância da preservação ou restauração das florestas ao longo dos rios e ao redor dos lagos e reservatórios fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação trás ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos.

Do ponto de vista dos recursos bióticos, estas matas, estendendo-se às vezes por longas distâncias como uma faixa de vegetação sempre verde contínua, ora mais estreita, ora mais larga, criam condições favoráveis para a sobrevivência e manutenção entre populações de espécies animais que habitam as faixas ciliares ou mesmo fragmentos florestais.

O equilíbrio dos ecossistemas aquáticos depende diretamente da proteção da vegetação ripária, que age como reguladora das características químicas e físicas da água dos rios, mantendo-as em condições adequadas para a sobrevivência e reprodução.

Apesar do seu papel relevante na manutenção da biodiversidade, a designação das florestas, situadas às margens dos rios, ao redor de nascentes, lagos e reservatórios, como áreas de preservação permanente pelo Código Florestal (Lei 4771, de 1965) baseou-se, sobretudo, no papel por elas desempenhado na proteção dos recursos hídricos.

A faixa de Preservação Permanente é a área de plantio que deve considerar, no mínimo, a preservação permanente estabelecida pelo Código Florestal (lei 4771/65 alterada pela lei 7803/89):

- 30 m para cada lado dos cursos d'água, de menos de 10m de largura;
- 50 m de cada lado dos cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura;
- 100 m de cada lado, para cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura;
- 200 m de cada lado dos cursos d'água de 200 a 600 m de largura;
- 500 m de cada lado dos cursos d'água que tenham largura superior a 600 m;
- raio de 50 m de largura nas nascentes, ainda que intermitentes e nos "olhos d'água".

LIMA (1989) ressalta que a localização da vegetação junto aos corpos d'água, faz com que ela possa desempenhar importantes funções hidrológicas, compreendendo: proteção da zona ripária, filtragem de sedimentos e nutrientes, controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos aos cursos d'água, controle da erosão das ribanceiras dos canais e controle da alteração da temperatura do ecossistema aquático.

De acordo com SIMÕES (2001), a maior parte dos sedimentos em suspensão nos rios provém das próprias margens, o que confirma a importância da mata ripária como agente estabilizador.

As espécies a serem plantadas em cada local devem ser aquelas que se desenvolvem naturalmente em condições de clima, solo e umidade semelhantes às da área a ser reflorestada (Figura 16).

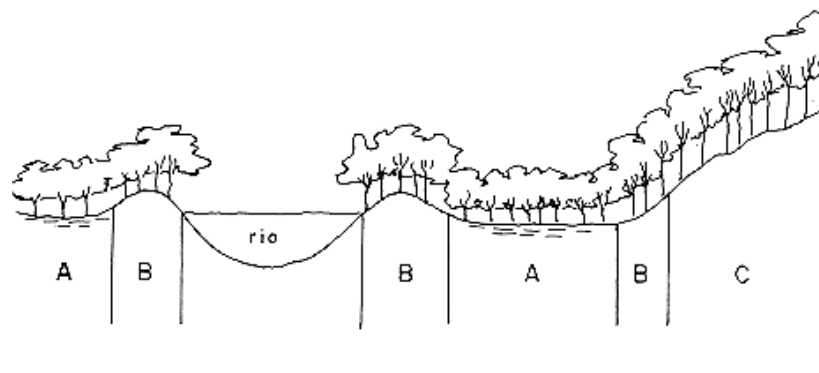


FIGURA 16 - DIVISÃO ESQUEMÁTICA DAS MARGENS DO RIO CONFORME A UMIDADE DO SOLO. A - ÁREAS ENCHARCADAS PERMANENTEMENTE. B - ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÃO TEMPORÁRIA. C - ÁREAS BEM DRENADAS, NÃO INUNDÁVEIS.

FONTE: DURIGAN (1994).

4.6. USO DO GEOPROCESSAMENTO EM PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL

Os centros urbanos são regiões complexas, pois há uma grande concentração populacional com diversas atividades acontecendo simultaneamente.

Neste sentido, a carência de informações sobre a dinâmica de crescimento para PUGLIESI *et al* (2000), vem se constituindo em uma das causas de

situação crítica das cidades médias do interior de São Paulo. As ocupações promovidas pelo mercado imobiliário são, muitas vezes, incompatíveis com as características do ambiente urbano.

Assim, segundo PEREIRA & CARVALHO (1999), o espaço urbano é composto por uma multiplicidade de fatores complexos e, por esta razão faz-se necessário intervir nas cidades para uma tentativa de leitura de todas as variáveis que interferem nessa realidade.

Com o desenvolvimento tecnológico, segundo SPANHOL *et al.* (1999) se tem disponibilizado, devido às suas especificidades, uma série de instrumentos chamados de geotecnologias que, entre outros incluem o Sistema de Informações Geográficas (SIGs), Sensoriamento Remoto (SR) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS). De acordo com estes autores, as geotecnologias estão cada vez mais presentes nos diversos órgãos, sejam eles públicos ou privados, no que se refere ao auxílio no planejamento ambiental e urbano.

De acordo com SOUZA (2002), o geoprocessamento e o Sistema de Informações Geográficas consistem em um suporte tecnológico para o trabalho em planejamento urbano e outros, com o qual estudos, avaliações de impactos, monitoramentos da evolução de fenômenos, simulações e a representação cartográfica de unidades de manejo podem ganhar em agilidade e precisão.

Neste contexto, as tecnologias de geoprocessamento apresentam grandes possibilidades de aplicações no planejamento, na gestão urbana e em projetos urbanísticos. A utilização de SIG em conjunto com dados de sensoriamento remoto no planejamento urbano e ambiental torna-se imprescindível para que o trabalho de levantamento e análise dos dados seja facilitado.

De acordo com discussões de PAGOTTO (1994), algumas linhas de pesquisa podem se beneficiar dos sensores remotos como fonte de informações sobre alvos urbanos, como por exemplo:

- a) Estudos de morfologia e estrutura urbana:

- Uso do Solo: realizado através da confecção de mapas de uso do solo possibilitando a rapidez e repetitividade na obtenção de informações e também a sobreposição de imagens que auxiliam o trabalho do fotointérprete no reconhecimento dos alvos.
 - Demografia, qualidade habitacional e renda familiar: esses dados possibilitam acompanhar a urbanização em locais de grande aumento populacional, e são obtidos através de fotografias aéreas, (pelo tamanho do lote, número de construções por lote, áreas verdes, calçamento etc.) ou ainda estimados através dos produtos não convencionais.
 - Industrialização: através da localização atual das indústrias, da dispersão de poluentes atmosféricos em corpos d'água a partir de complexos industriais e através da verificação das áreas mais recomendáveis ao estabelecimento de novos locais.
- b) Estudos das “artérias urbanas”, geralmente através dos produtos convencionais:
- Redes de Transportes: planejamento de estradas, otimização do tráfego, inspeção de estradas.
 - Serviços Públicos: redes de esgoto, telefonia, aeroportos, aterros etc.

Assim, o SIG é um instrumento moderno que atende à gestão urbana, pois permite a tomada de decisões baseada em uma quantidade maior de informação.

No Brasil, são recentes as experiências urbanas de implantação de geoprocessamento e seu uso encontra-se limitado pela falta de capacitação profissional, falta de dados e, conseqüentemente, pelo desconhecimento das possibilidades oferecidas pela tecnologia.

Segundo PEREIRA & CARVALHO (1999), as experiências se iniciaram em 1989 com projetos em Belo Horizonte, Santo André e Curitiba, sendo que as últimas duas cidades tiveram como objetivo imediato as atividades de gestão

administrativa do que o planejamento, tendo como primeira etapa a construção de uma base cartográfica digital.

Mas o número de publicações sobre o estudo do sensoriamento remoto e SIG, aplicados ao planejamento urbano, está crescendo no Brasil.

Ainda para os mesmos autores, o geoprocessamento em urbanismo pode ser empregado em todas as áreas que demandam análise espacial e representação cartográfica, pois possibilita a integração dos dados de diversas fontes e formatos, gerando também informações adicionais pelo cruzamento destes dados.

Essas integrações relatadas pelos autores apontam resultados de relevância à tomada de decisões dando assim, suporte aos processos e ações de planejamento.

Segundo PUGLIESI *et al.* (2000), as técnicas de sensoriamento remoto disponibilizam recursos aos estudos do meio urbano em função de poder de resolução espacial, espectral e radiométrica dos sensores. Uma aquisição de dados constante sobre a mesma região fornece informações temporais importantes sobre a tendência da expansão e, dependendo da resolução espacial de interesse, os custos podem não ser tão altos se comparados com outros tipos de obtenção de dados.

Para PEREIRA & CARVALHO (1999), a utilização de tecnologias de geoprocessamento permite ampliar o conhecimento sobre a realidade urbana, controlar e gerenciar os serviços à comunidade, visualizar e simular efeitos de intervenção sobre o espaço urbano e ambiental.

DENÉGRE (*apud* SANTOS *et al.* 1997) ressalva que a área na qual ocorre o desenvolvimento mais rápido de aplicação ou utilização do SIG é de planejamento urbano, pelo fato de no meio urbano, concentrarem os conflitos. Assim, algumas funções atribuídas ao SIG podem fazer parte ou serem resultados de planejamento e gerenciamento ambiental, conforme a Tabela 8.

TABELA 8 - PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS QUE UTILIZAM SIG

Procedimentos em Planejamentos	Exemplos de funções atribuídas ao SIG
Avaliar os elementos que compõem o meio	Apresentar dados temáticos de forma espacial. Apresentar e gerar classificação de florestas. Expressar, espacialmente, processos físicos, biológicos e populacionais. Definir estabilidade de encostas.
Analisar fatos dentro de uma abrangência temporal	Representar a história da dinâmica do uso da terra. Avaliar a dinâmica histórica regional. Avaliar causas e conseqüências históricas de desmatamentos. Representar a evolução ou expansão agrícola. Mapear as perdas territoriais de tipos de produção. Mapear vocações territoriais e impactos ambientais temporais.
Relacionar os fatos	Cruzar informações politêmáticas, com produção de mapas-síntese. Avaliar a dinâmica do uso da terra em relação a declividade e altitude. Interpretar áreas de plantio em relação ao clima, solo e declividade.
Elaborar prognósticos	Determinar possíveis causas de impacto e prever futuras conseqüências ambientais. Medir e inferir sobre a qualidade dos recursos naturais. Definir cenários futuros.
Definir zonas ou territórios	Zonear territórios de acordo com regras pré-estabelecidas. Identificar áreas de proteção, de refúgios ou habitat exclusivos. Definir áreas de visão aprazível para lazer. Planejar rotas ou percursos adequados dentro de uma região. Cont. Selecionar áreas de pastagem. Cont.
Elaborar alternativas de ação	Apresentar alternativas mitigadoras ou de resolução de conflitos. Elaborar planos de reflorestamento. Obter alternativas para manejo de recursos, como o manejo de vegetação considerando-se atributos estruturais das florestas relacionados a outros mapas. Monitorar o ambiente, como controle do fogo ou propagação de desertificação.

FONTE: SANTOS ET AL. (1997, P.2).

A utilização do geoprocessamento vai possibilitar um entendimento mais profundo da realidade urbana, auxiliando assim segundo PEREIRA & CARVALHO (1999), em decisões a se tomar sobre o espaço urbano. Uma das funções básicas do geoprocessamento é a análise espacial, a qual produz informação nova e pode auxiliar em processos de decisão, tornando-se um instrumento eficiente de leitura das cidades contemporâneas, considerando a complexibilidade que as definem.

Assim, os SIGs tornaram-se disponíveis para organização, integração, visualização e análise de grandes conjuntos de dados que têm como objetivo descrever objetos espaciais existentes.

Das várias fontes de dados usadas em SIG, uma das mais importantes é representada pelo sensoriamento remoto. O software de processamento de imagens permite, por exemplo, converter uma imagem de satélite em dados interpretados na forma de mapa.

Através do uso de satélites, existem programas de aquisição contínua de dados para o mundo inteiro, com intervalos de tempo que abrangem desde semanas até horas.

Uma definição de sensoriamento remoto é apresentada por CREPANI (1983), como a ciência e a arte de se obterem informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados coletados por aparelhos denominados sensores, que não entram em contato direto com os alvos em estudo.

Já para NOVO (1992), com sendo a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados com o objetivo de estudar o ambiente terrestre, através do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e os componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

A imagem gerada por um sensor remoto é constituída por uma matriz de pontos denominados *Pixels* (*picture elements*); cada um desses *pixels*

representa, através de sua intensidade (nível de cinza), a quantidade de radiação refletida ou emitida pela parte da cena que representa.

Para EASTMAN (1998), em função dos recentes desenvolvimentos em sensores, existem atualmente várias plataformas disponíveis para captação de dados de sensoriamento remoto, como:

- Fotografia aérea: é o método de sensoriamento remoto mais antigo e muito utilizado. As câmeras são montadas em aeronaves leves voando em altitudes entre 200 e 15.000 m e captam uma grande quantidade de informação detalhada. As fotografias aéreas fornecem um inventário visual instantâneo de uma porção da superfície terrestre e podem ser usadas para criar mapas detalhados.
- Fotografia de grande formato: empresas comerciais de levantamentos aéreos usam aeronaves mono ou bimotores equipadas com câmeras de grande formato para mapeamento.
- Fotografia de pequeno formato: câmeras de pequeno formato transportadas em aeronaves alugadas são uma alternativa de baixo custo para substituir fotografias aéreas de grande formato.
- Videografia: Videocâmeras e gravadores leves, portáteis e de baixo custo podem ser carregados em vôos. Algumas companhias de mapeamento aéreo oferecem a videografia como uma opção de produto de aerolevanteamento, que consiste em imagens em composição falsa cor numa gravação contínua em vídeo tape. Da mesma forma que a fotografia de pequeno formato, o vídeo aéreo não pode ser usado para mapeamento detalhado, propiciando assim uma visão geral para levantamentos de reconhecimento.
- Sistemas de satélites: atualmente existem vários sistemas em operação, que coletam imagens, subseqüentemente distribuídos aos usuários, onde cada tipo de dado de satélite oferece características específicas

que o tornam, mais ou menos, apropriado para uma aplicação em particular.

5. MATERIAL E MÉTODO

5.1. MATERIAL

Foi utilizado para esta dissertação, o seguinte material:

Carta Topográfica editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1969 na escala 1:50.000 com equidistância das curvas de nível de 20 metros. Folhas de Limeira (SF-23-Y-A-V-1-NO), Americana (SF-23-Y-A-V-1-SE) e Cosmópolis (SF-23-Y-A-V-2-SO).

Carta Pedológica Semi-Detalhada do Estado de São Paulo da Quadrícula de Campinas, 1997 na escala 1: 100.000, elaborada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Carta Geológica da região de Americana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 1996, em escala de 1:500.000.

Imagem Orbital LANDSAT-7, sensor ETM⁺, órbita 220; ponto 76 e quadrante D, e passagem em 10/março/2002, adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em CD-ROM, da região de Americana.

Software de geoprocessamento *Idrisi 32.2*;

Mesa digitalizadora *Summagraphics Summagrid V*, formato A0.

Software de digitalização *Cartalinx* versão 1.2, desenvolvido pela *Clark University*.

Software *GPS Trackmaker* versão 3.4 – Profissional (em português).

Malha urbana do município de Americana (fonte: Gurtler, 2000).

5.2. MÉTODOS

Para concretizar os objetivos propostos, fez-se necessário o desenvolvimento de metodologia apropriada para cada etapa, conforme o fluxograma expresso pela Figura 17.

Para a elaboração dos mapas temáticos, topográfico, hidrográfico, pedológico, geológico, delimitação do perímetro do município e infra-estrutura em formato digital, utilizou-se a digitalização manual via mesa digitalizadora. Na delimitação do perímetro foi preciso ajustá-lo com a imagem satélite, devido a questões políticas que mudaram o perímetro e, com isso, a base (carta topográfica) ficou desatualizada devido a data.

A digitalização foi feita no software *Cartalinx*, quando os mapas em papel foram convertidos para a forma digital. O método de digitalização que foi utilizado consistiu na fixação do mapa sobre a mesa digitalizadora, traçando-se depois as feições de interesse com um cursor, de acordo com os procedimentos exigidos pelo software para possibilitar o processamento dos dados no software *Idrisi 32.2*. Este, através de seus módulos, permitiu a realização das diferentes tarefas.

Na digitalização da carta topográfica, utilizou-se a mesma base para as curvas de nível, para a delimitação do perímetro do município de Americana, hidrografia e infra-estrutura, originando e armazenando mapas de forma individual no sistema, para posteriormente serem cruzados e gerarem outras informações do meio físico.

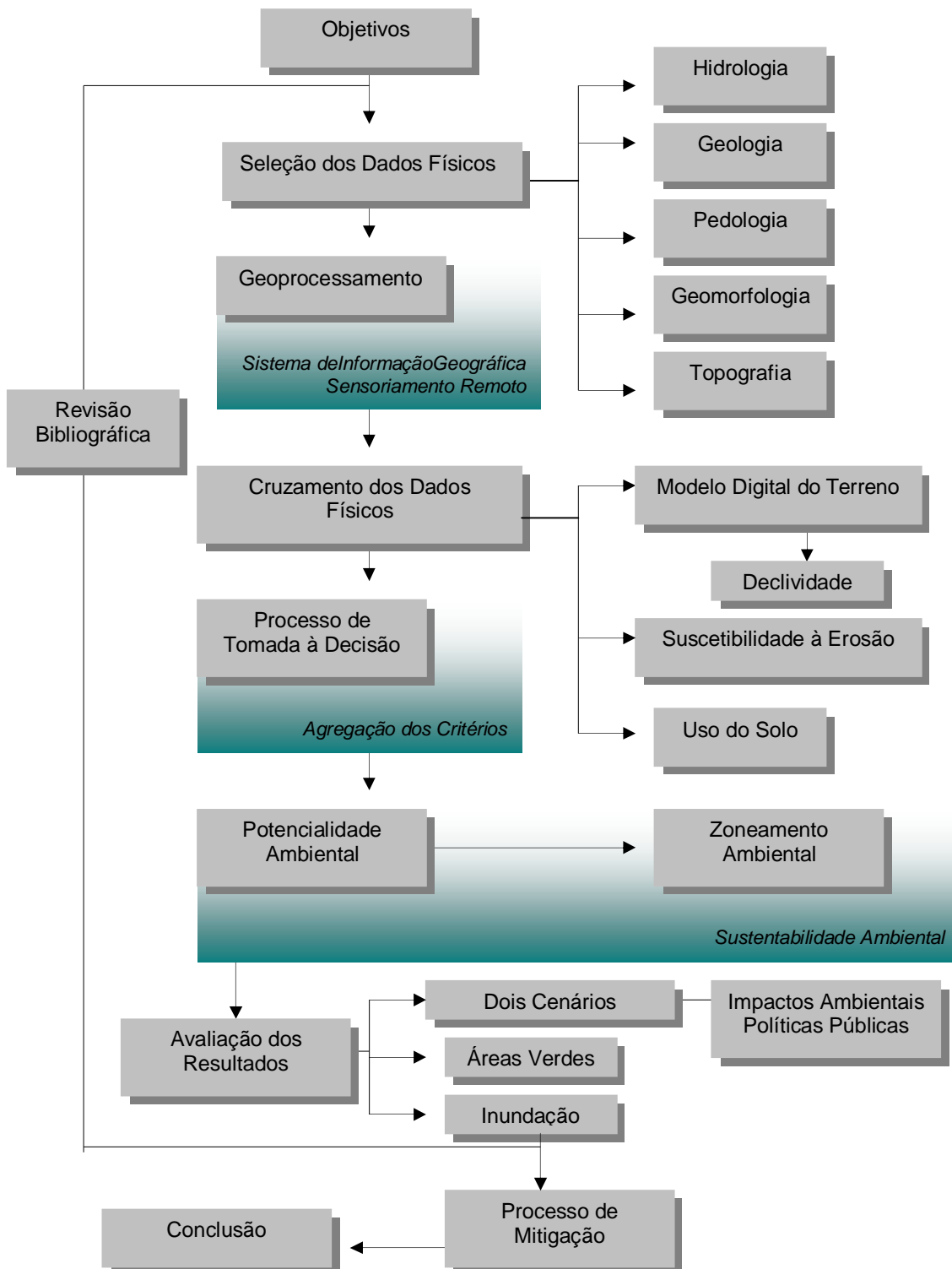


FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA

5.2.1. ELABORAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO - MDT

O modelo digital do terreno (MDT) ou modelo numérico digital (MND) constitui um conjunto de coordenadas x, y e z que pode ser utilizado para representar qualquer variável distribuída num espaço bidimensional associando seu valor à coordenada z. No caso da topografia, o modelo digital do terreno é uma imagem onde o valor armazenado em cada *pixel* representa a altitude do terreno naquela posição.

A elaboração do Modelo Digital do Terreno foi realizada através da digitalização das curvas de nível a partir da carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Segundo EASTMAN (2001), as curvas de nível (isolinhas) não permitem a análise em todos os pontos, sendo assim necessária à geração de uma superfície com valores que variam continuamente no espaço, cujo valor num ponto depende dos valores vizinhos, chamado de interpolação.

Segundo CARUSSO & QUARTA (1998) há uma grande variedade de técnicas que podem realizar a interpolação, mas a dificuldade está em escolher qual a técnica que melhor reproduz a superfície real.

O *Idrisi* dispõe de dois módulos de interpolação: interpolação linear (módulo *Intercon*) e triangulação de *Delaunay* (módulo TIN).

Segundo FELGUEIRAS (*apud* CÂMARA *et al.*, 2001), o critério utilizado na triangulação de *Delaunay* é o de maximização de ângulos mínimos de cada triângulo. Isto é equivalente a dizer que a malha final deve conter triângulos o mais próximo de equiláteros possível, evitando a criação de triângulos afinados, ou seja, triângulos com ângulos internos muito agudos. Para cada um dos vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas x, y e o atributo z com o valor de elevação ou altitude.

As análises desenvolvidas sobre um modelo digital do terreno, permitem gerar imagens temáticas como: declividade, mapa de drenagem, curva de nível, mapa de insolação, entre outras. O mapa de insolação é gerado a partir do

modelo e do posicionamento em relação à superfície de uma fonte de iluminação local, através do módulo *Aspect* do *Idrisi* (Apêndice 8, p.187).

Assim para este estudo, utilizou-se a interpolação TIN, devido a triangulação produzir um modelo de superfície melhor (Figura 18), pois com a interpolação linear houve a geração de superfícies indesejáveis, ou seja, apareceram formas de “estrelas” nos picos das superfícies gerando assim o modelo digital do terreno, conforme a Figura 33.

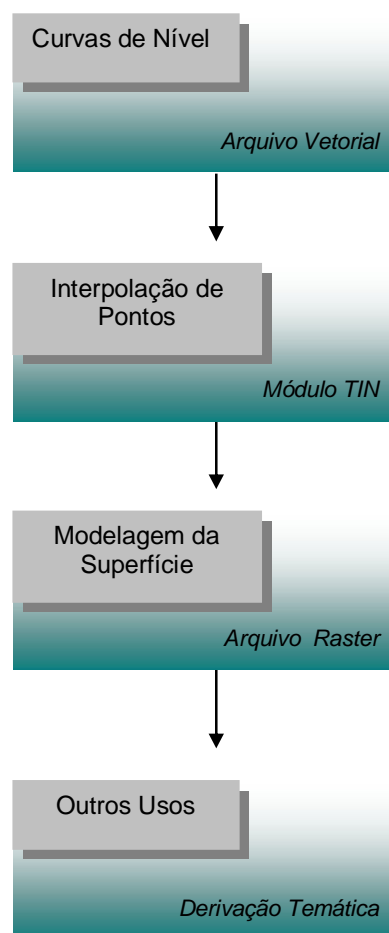


FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NO MODELO DIGITAL DO TERRENO.

5.2.2. CARTA DE DECLIVIDADE

A partir do modelo digital do terreno, foi gerado através da rotina *Surface* do *Idrisi* um mapa de declividade em porcentagem, efetuado por cálculo *pixel a pixel*, comparando a elevação de cada *pixel* e analisando com a elevação dos *pixels* vizinhos.

A declividade em uma posição da superfície é definida por FELGUEIRAS (*apud* CÂMARA *et al.*, 2001), por um plano tangente àquela posição da superfície modelada pelo modelo digital do terreno. A declividade pode ser expressa em graus (0 a 90) ou em porcentagem, como se expressa normalmente (razão entre a distância horizontal e a variação de altitude que há entre esses pontos, ou como um ângulo).

A partir da definição de intervalos de cotas úteis para determinada aplicação, e da metodologia proposta na Figura 19, gerou-se a carta temática de declividade.

Para o estudo em questão, foi necessário utilizar os intervalos descritos na Tabela 9, devido à utilização destes na obtenção da carta de suscetibilidade a erosão (sobreposição de imagem de pedologia com declividade), resultando na Figura 34.

TABELA 9 - INTERVALO DE DECLIVIDADE – EROSÃO

Intervalos de Declividade (%)
0 – 5
5 – 10
10 – 20
20 – 30
>30

FONTE: ADAPTADO DE RANIERI (1996).

BERTONI & LOMBARDO NETO (*APUD* MORENO, 2000, P.87).

Devido à Lei Federal 6766/79, conhecida como Lei Lehman, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, fêz-se necessário com o modelo digital do terreno, gerar através do módulo *Surface*, um mapa de declividade em

percentual e reclassifica-lo (Figura 33), conforme os intervalos de declividade (Tabela 10) gerando o mapa de declividade demonstrado na Figura 35. Esta lei estabelece limites para a ocupação do solo, observando cuidados com a preservação do meio ambiente, não permitindo, por exemplo, o parcelamento do solo em terrenos com declividades iguais ou superior a 30%, em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações.

TABELA 10 - INTERVALO DE DECLIVIDADE – LEI LEHMAN

Intervalos de Declividade (%)
0 – 10
10 – 20
20 - 30
>30

FONTE: LEI N° 6766/1979 (LEI LEHMAN).

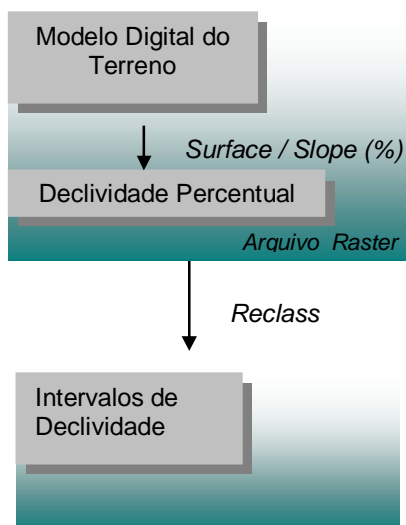


FIGURA 19 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA CARTA DE DECLIVIDADE EROSIÃO - LEI LEHMAN.

5.2.3. CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Segundo FRENDRICH *et al.* (1991), a erosão é um processo que se traduz na desagregação, transporte e deposição do solo, sub-solo ou rocha em decomposição, pelas águas, ventos etc. O problema da erosão está estreitamente ligado ao rápido crescimento da população e urbanização espontânea e, portanto, seu controle e prevenção em grande parte dependem do adequado planejamento de desenvolvimento urbano.

Para BERTONI & LOMBARDO NETO (1990), a erosão do solo é tanto menor quanto mais densa é a vegetação que o recobre e protege. A erosão não é a mesma em todos os tipos de solos. As propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo, exercem diferentes influências na erosão.

Segundo os mesmos autores, a quantidade de solo perdido pela erosão que ocorre em determinadas condições, é influenciada não somente pela característica de cada tipo de solo, mas também pelo tratamento ou manejo que o solo recebe. Assim, o manejo a ser adotado nos latossolos deve ser diferente daquele dos podzólicos, pois estes são mais facilmente erodíveis.

Com isso, fez-se necessário o mapa de suscetibilidade à erosão do território (Figura 36), refletindo a tendência à menor ou à maior fragilidade dos solos quanto à erosão, pois para o controle da erosão, é necessário requerer certas limitações e restrições no uso da terra, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 20.

Para elaborar a carta de suscetibilidade à erosão (Figura 36), fêz-se necessário cruzar, através do comando *Overlay* do *Idrisi* o mapa pedológico (Figura 3) com o de declividade (Figura 34).

Para tanto, utilizou-se uma matriz adaptada de RANIERI (1996) e feitas às considerações apontadas por BERTONI & LOMBARDO NETO (*apud* MORENO, 2000), quanto à aplicação dos limites de tolerância de perdas para alguns solos do Estado de São Paulo (Tabela 11). Entretanto, adotam-se como

fatores de influência a pedologia, declividade e uso do solo. Este último, pela análise de apropriação por culturas anuais, que é o fator de maior influência nesse processo - a erosão do solo.

TABELA 11 – MATRIZ DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO

Categoria de Solos	0 - 5%	5 – 10 %	10 – 20%	20 – 30%	> 30%
Latossolos Roxos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolos Vermelho-Escuros	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolos Vermelho-Amarelos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólicos Vermelho-Amarelos	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólicos Vermelho-Escuros	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada Latossólica	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada Podzólica	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Brunizens Avermelhados	Muito Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
Podzol	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Cambissolos	Muito Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
Areia Quartzosa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta
Solos Litólicos	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta

FONTE: ADAPTADO DE RANIERI (1996)

BERTONI & LOMBARDI NETO (APUD MORENO, 2000 , P.87).

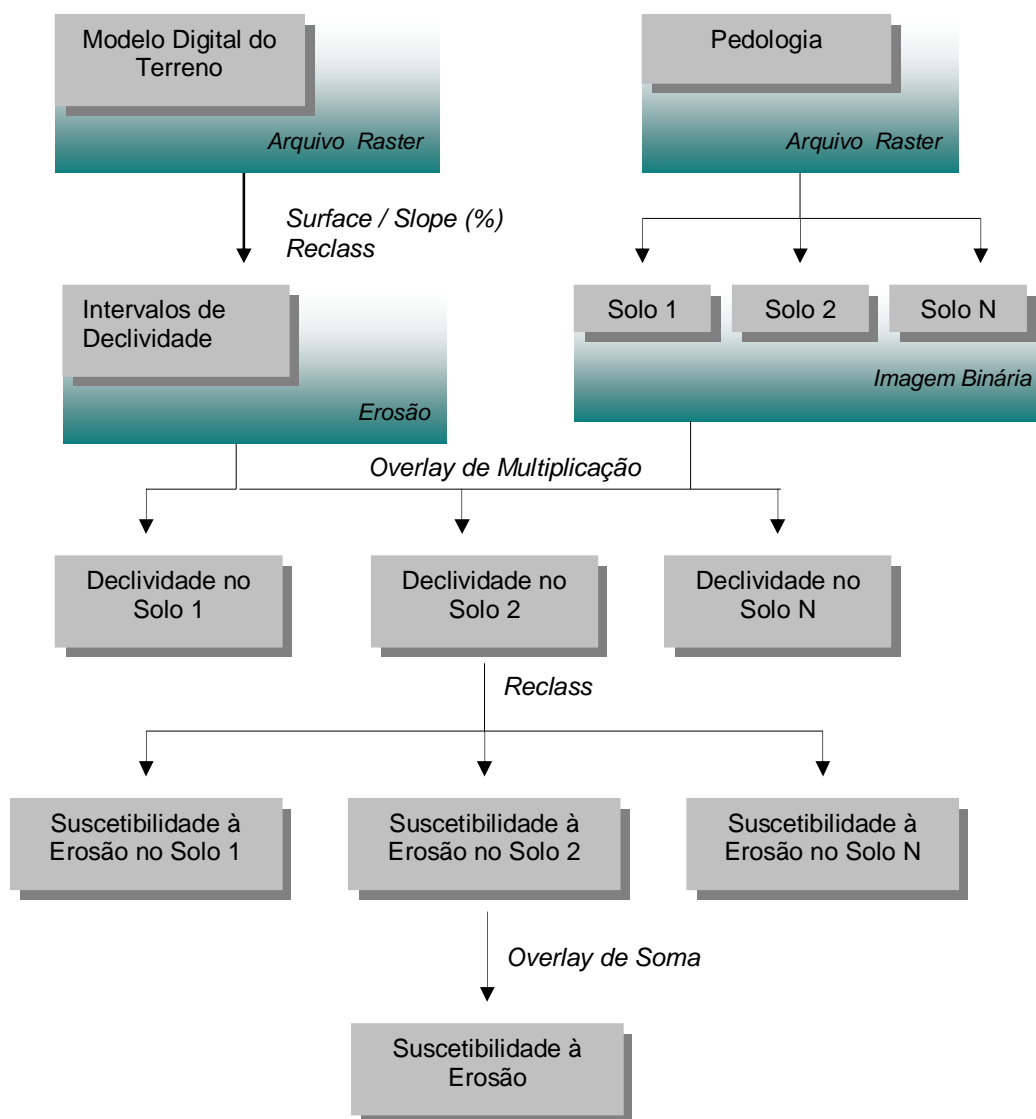


FIGURA 20 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO.

FONTE: ADAPTADO DE ALVES (APUD MORENO, 2000, P.88)

5.2.4. CARTA DE USO ATUAL DO SOLO

O levantamento do uso da terra nas regiões torna-se fundamental para a compreensão da organização do meio ambiente, ou seja, da caracterização do meio físico, subsidiando assim ao planejamento.

A carta de uso atual de solo (Figura 39) foi gerada através do processamento e classificação da imagem orbital LANDSAT-7 / ETM⁺, e envolveu várias etapas (Figura 21), que seguem:

5.2.4.1. GEORREFERENCIAMENTO DA IMAGEM:

O georreferenciamento de uma imagem consiste num conjunto de operações numéricas que modificam ou alteram sua geometria de maneira a ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas (SCHWENGERDT, 1983 e PHILLIPS & SWAIN, 1988 *apud* WEBER & HASENACK, 2000).

Para o georreferenciamento da imagem neste trabalho, foram utilizados 16 pontos de controle identificáveis nas cartas – base (mapa de hidrografia e infraestrutura em formato raster) em sistema de coordenadas UTM – *Universal Transversa de Mercator* e na imagem de satélite, obtendo assim 16 pares de dados (Apêndices 9, a 13, p. 188 a 190).

A imagem georreferenciada compreendeu a área de estudo nas coordenadas em x, UTM 253.000 m e 277.000 m e em y, as coordenadas UTM 7.476.000 m e 7.494.000 m com resolução das bandas 3, 4 e 5 de 30 metros, a qual foi expandida com fator de expansão 2, para obter uma resolução de 15 metros (1.600 colunas e 1.200 linhas), através do módulo *Expand* devido a uma melhor visualização da imagem.

Foram georreferenciadas as bandas 3, 4, 5, 7 e 8 (pancromática) e gerada, através do módulo *Composite*, uma composição colorida RGB 543.

Foi necessário fazer uma transformação de RGB para IHS (Figura 38) no módulo *Colspace*, para obter resolução de 15 metros - associação com a banda pancromática - banda 08.

A transformação IHS ou transformação no espaço das cores, segundo SCHOWENGERDT (1983), parte do princípio que a descrição das propriedades de um objeto em uma imagem é feita em termos de Intensidade (I), Matiz (H) e Saturação (S), pois descrevem as sensações subjetivas de brilho, cor e pureza da cor respectivamente, o que não acontece com os componentes vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*). Portanto, a transformação dos componentes RGB em componentes IHS antes do processamento dá um maior controle sobre o realce das cores. Após a operação, as imagens são convertidas novamente para o espaço RGB, conforme demonstrado na Figura 22.

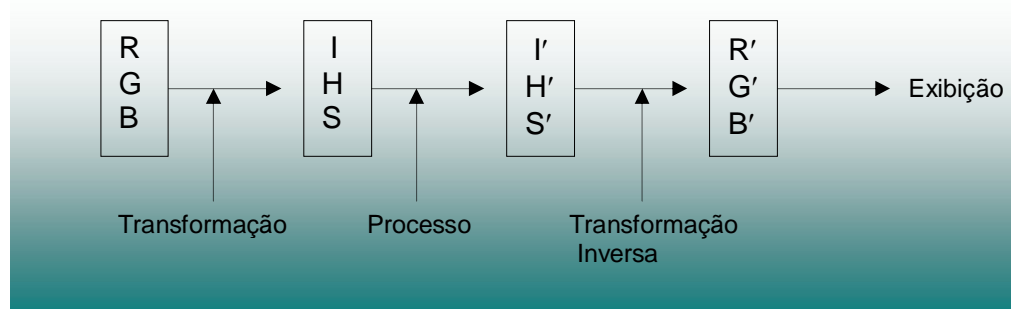


FIGURA 22 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO PROCESSAMENTO DE IMAGENS NO ESPAÇO DE CORES

FONTE: SCHOWENGERDT (1983, P. 122).

Utilizou-se a composição colorida RGB 345 devido a banda 3 permitir um bom contraste entre as áreas com vegetação, solo exposto, estradas e áreas urbanas. A banda 4, possibilita o delineamento dos corpos d'água e apresenta sensibilidade à morfologia, servindo também para mapear áreas ocupadas por macrófitas aquáticas (aguapés). Já a banda 5 apresenta sensibilidade ao teor de umidade dos alvos. Com esta composição os corpos d'água aparecem em tons azulados, outras formas de vegetação em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados (rosa).

Assim, a precisão do georreferenciamento foi verificada sobrepondo a imagem RGB 543, a rede hidrográfica e a infra-estrutura (carta - base), as quais se ajustaram adequadamente.

5.2.4.2. CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM:

Para a classificação da imagem digital utilizou-se o método de classificação supervisionada, a qual define as assinaturas espectrais de categorias conhecidas, tais como, mata remanescente, cana etc. e o próprio programa associa cada *pixel* da imagem com a assinatura mais similar.

Inicialmente, localizou-se exemplo representativo de cada tipo de cobertura que pôde ser identificado na imagem, chamado de áreas de treinamento. Com isso, o próximo passo foi digitalizar polígonos em torno de cada área de treinamento, atribuindo um único identificador para cada tipo de cobertura do solo, conforme a Tabela12.

É importante ressaltar que as amostras das áreas de treinamento foram extraídas da imagem com simultâneo trabalho de verdade terrestre.

TABELA 12 – CLASSE DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERÍSTICAS

Identificador	Áreas de Treinamento	Características
1	Água	Área de lagos, represa e corpos d'água
2	Vegetação Rasteira / Aguapé	Área de gramíneas e aguapé dentro da represa
3	Cana	Cultura de cana-de-açúcar em diferentes estágios
4	Solo Exposto / Culturas	Agricultura anual com pequenas áreas de pastagem
5	Vegetação Nativa	Vegetação natural e semi-alterada
6	Vegetação Arbórea	Vegetação de vários portes, associada ao reflorestamento
7	Pasto	Área de vegetação rasteira
8	Vegetação Aquática	Capim dentro da represa
9	Vegetação Paludosa	Vegetação próxima aos cursos d'água

FONTE: ADAPTADO DE MORENO (2000, P. 95).

Depois, com o arquivo vetorial de áreas de treinamento, executou-se a rotina *Makesig* para criar arquivos de assinaturas com informações estatísticas sobre os valores de reflectância dos *pixels* em cada conjunto de treinamento e a

rotina *Sigcomp* com o objetivo de analisar as reflectâncias das áreas de treinamento.

De posse dessas informações, o mapa temático de uso do solo foi efetuado através de uma classificação supervisionada, baseada na máxima verossimilhança gaussiana, utilizando a rotina *Maxlike* do *Idrisi*.

O algoritmo *Maxlike* do *Idrisi* avalia, segundo CROSTA (1992), uma função de densidade de probabilidade multidimensional (baseada no número de bandas utilizadas) para determinar a probabilidade com que determinado *pixel* é atribuído a cada uma das classes especificadas, associando-o àquela cujo valor de probabilidade calculado for maior.

Após a classificação, o número de classes foi reduzido mediante o agrupamento dos que representavam o mesmo tema em termos de cobertura do solo.

É importante ressaltar que a resolução espectral da área urbana confunde-se com outras assinaturas espectrais, principalmente solo exposto. Com o objetivo de resolver essa problemática, o limite da área urbana foi classificado a partir do agrupamento de *pixels* (módulo *Group*), e posteriormente foi feita a reclassificação (módulo *Reclass*) para o urbano de acordo com a interpretação visual e verdade terrestre (Figura 40).

Em seguida efetuou-se o mapa final de uso do solo, introduzindo a classe referente à área urbana.

5.2.4.3. EXATIDÃO DO MAPEAMENTO:

Segundo EASTMAN (2001), o módulo *ERRMAT* do *Idrisi* analisa estatisticamente a classificação supervisionada, fornecendo uma matriz de erros e o Índice Kappa.

Na matriz de erro, de acordo com o mesmo autor, o erro de omissão indica a probabilidade de uma unidade amostral de referência estar corretamente

classificada e o erro de inclusão representa a probabilidade que um *pixel* classificado no mapa represente a categoria no terreno.

Erros de inclusão ocorrem quando um ponto é identificado como da classe A, quando na realidade pertence à outra classe, enquanto que os erros de omissão ocorrem quando um ponto é identificado como pertencente à outra categoria, quando na realidade, é membro da classe A (Tabela 13).

TABELA 13 - EXEMPLO DE MATRIZ DE ERRO

						Verdade Terrestre	
	A	B	C	D	Total	Erro de Omissão	
A	24	0	0	3	27	0.11	
B	3	36	16	0	55	0.35	
C	0	0	28	0	28	0	
D	2	0	0	14	16	0.12	
Total	29	36	44	17	126		
Erro de Omissão	0.17	0	0.36	0.18		0.19	

FONTE: EASTMAN (2001, P. 26).

A estatística Kappa é calculada de acordo com LILLESAND & KIEFER (1994), através das fórmulas:

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r n_{ii} - \sum_{i=1}^r (n_{i+} * n_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (n_{i+} * n_{+i})}$$

Onde,

R = dimensão da matriz quadrada;

n_{ii} = número de observação na linha i;

n_{i+} = total marginal da linha i;

n_{+i} = total marginal da coluna i;

N = número de pixels amostrados.

De acordo com os mesmos autores, de forma computacional o *Idrisi* calcula o Kappa geral, através do módulo *ERRMAT*, como:

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

Onde,

P_0 = representa a exatidão geral da classificação (soma da coluna diagonal da matriz dividida pela número de *pixels* amostrados);

$$P_e = \sum p_{i+} p_{+i}$$

p_{i+} p_{+i} = proporções marginais da linha *i* e da coluna *i*, respectivamente.

Alguns autores como SIMÕES (2001), CALDEIRA, (1994); CARRILHO, (1996); IPPOLITI-RAMILO, (1999) basearam-se numa tabela proposta por LANDIS & KOCH (1977) para a avaliação dos valores obtidos de Kappa. Assim, os valores de *K* encontrados, foram julgados de acordo com a Tabela14.

TABELA 14 – QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO ASSOCIADA AOS VALORES DA ESTATÍSTICA KAPPA

Valor de Kappa	Qualidade de Classificação
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

FONTE: LANDIS & KOCH (1977).

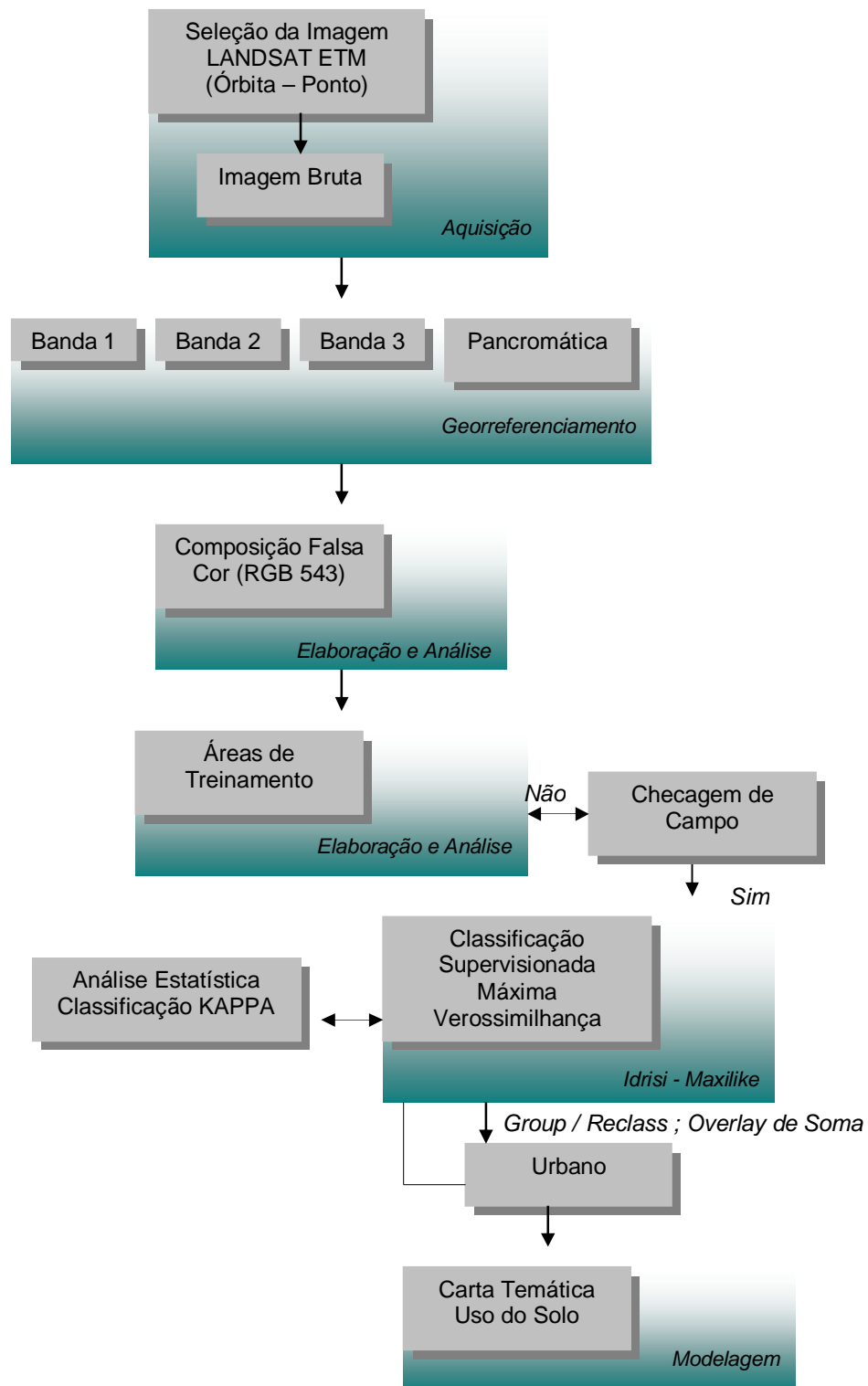


FIGURA 21– FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DA CARTA DE USO DO SOLO.

FONTE: ADAPTADO DE MORENO (2000, P. 100).

5.2.5. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

O processo de tomada de decisão, segundo HASENACK *et al.* (2001), envolve vários conceitos. Uma decisão é uma escolha entre alternativas, baseada em algum critério, o qual pode ser um fator ou uma restrição.

De acordo com EASTMAN (1998), restrições são critérios *booleanos* que cerceiam ou limitam a análise às regiões geográficas específicas, diferenciando áreas ou alternativas que podem considerar como áreas aptas ou não aptas sob alguma condição ou fatores que são critérios que definem algum grau de aptidão para todas as regiões geográficas, realçando ou diminuindo a importância de uma alternativa em consideração às áreas fora das restrições impostas pelos critérios *booleanos*.

Assim, uma regra de decisão, é o procedimento pelo qual, critérios são combinados para uma determinada avaliação que visa a um objetivo específico, ou seja, para definir o grau de vulnerabilidade de cada *pixel* da área de estudo.

Neste contexto, para definir o grau de vulnerabilidade do município de Americana, foram levados em consideração 10 critérios (Tabela15), dos quais 5 são restritivos (imagens *booleanas*, onde o valor 0 indica áreas não aptas, portanto são as restrições e 1 para as áreas aptas), conforme Figuras 41 a 45 e 5 são fatores (áreas que possuem algum grau de aptidão, onde os valores vão de 0 para 255 *byte* (conforme Figuras 46 a 50).

Nos corpos d'água, foi necessária geração de um mapa de distância linear calculadas a partir do arquivo *raster*, empregando-se a rotina *Distance* para em seguida usar o módulo *Reclass* para gerar uma imagem *booleana*.

TABELA 15 – CRITÉRIOS DE TOMADA DE DECISÃO

Restrições	Fatores
Distância Rio Piracicaba e Jaguari	Demais Rios
Distância Represa	Rio Piracicaba e Jaguari
Distância Demais Rios	Represa

Restrição Declividade	Suscetibilidade à Erosão
Restrição Geologia	Declividade

Para estabelecer os critérios restritivos, considerou-se que:

- segundo o Código Florestal (Lei nº4771/65 alterada pela lei nº7803/89), deve haver uma preservação mínima ao redor dos corpos d'água, e por esta razão deve-se restringir 100 metros para a represa, ou seja, esta área não deverá ser ocupada; 50 metros para o rio Piracicaba e Jaguari e 30 metros para os demais rios;
- de acordo com a Lei Lehman (Lei nº6766/79), as áreas com declividade igual ou superior a 30% devem ser preservadas;
- as áreas que possuem os solos Aluvionares - Ca (Depósitos Cenozóicos), próximos aos corpos d'água, devem ser preservadas, pois são áreas sujeitas à inundação.

5.2.6. MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO – AGREGAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Após a delimitação dos critérios, foi necessário padronizá-los a uma mesma escala de valores para torná-los comparáveis, ou seja, para possibilitar sua integração. Para isso, utilizou-se a rotina probabilística *Fuzzy* do *Idrisi 32.2*, que segundo EASTMAN (1998), é um módulo de padronização de fatores para um intervalo de 0 a 255 *byte*, onde os valores próximos a 0, indicam áreas de risco, enquanto os valores próximos a 255, indicam áreas de baixo risco ou áreas de uso adequado.

Assim, para criar as imagens *Fuzzy*, foram utilizados os seguintes fatores:

- Fator Distância dos Corpos d'Água (demais rios): utilizou-se para esta classificação, a função sigmoideal crescente com o primeiro ponto de inflexão em 30 metros, devido a área de preservação permanente estipulada pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65) para cursos d'água menores que 10 metros de largura, sendo uma restrição com valor 0. O segundo ponto de inflexão foi em 130, pois considerou-se que numa extensão de 100 metros além dos 30 metros, haja uma influência gradativa sobre a área de preservação, sendo que a partir desta distância a área pode se tornar apta, atribuindo portanto, o valor 255 (Figura 46).
- Fator Distância dos Corpos d'Água (Represa Salto Grande): utilizou-se para esta classificação, a função sigmoideal crescente com o primeiro ponto de inflexão em 100 metros, devido à área de preservação permanente estipulada pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65), sendo uma restrição com valor 0. O segundo ponto de inflexão foi em 200, pois considerou-se que numa extensão de 100 metros além dos 1000 metros, também haja uma influência gradativa sobre a área a ser preservada (Figura 47).
- Fator Distância dos Corpos d'Água (Rios Piracicaba e Jaguari): utilizou-se para esta classificação, a função sigmoideal crescente com o primeiro

ponto de inflexão em 50 metros, devido à área de preservação permanente estipulada pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65) para cursos d'água menores que 10 metros de largura, sendo uma restrição com valor 0. O segundo ponto de inflexão foi em 150, pois considerou-se que numa extensão de 100 metros além dos 30 metros, haja uma influência gradativa sobre a área (Figura 48).

- Fator Declividade: para esta classificação, utilizou-se a função sigmoidal simétrica, pois de acordo com a Lei CONAMA 004/85, as áreas com declividade de 0 a 3% devem ser preservadas, por serem áreas suscetíveis à enchentes, localizadas junto a cursos d'água e as várzeas. E as áreas que não estão próximas aos rios, mas que estão no intervalo desta declividade, precisam de infra-estrutura adequada de um sistema de drenagem e por isso a curva deve ter o primeiro ponto de inflexão em 3. Já as áreas com declividade de 10% a 20% apresentam maior tolerância à ocupação urbana, devendo ser o segundo ponto de inflexão em 10 e o terceiro ponto de inflexão em 20. Segundo a Lei 6766/79 (Lei Lehman), áreas maiores que 30% devem ser destinadas à preservação, portanto com o quarto ponto de inflexão em 30 (Figura 49).
- Fator Suscetibilidade à Erosão: analisando a imagem de erosão (Figura 50), utilizou-se para esta classificação a função sigmoidal simétrica, com o primeiro ponto de inflexão em 3 (alta suscetibilidade a erosão), o segundo em 1 (baixa suscetibilidade a erosão), o terceiro ponto o valor 2 (média suscetibilidade a erosão) e o quarto ponto de inflexão em 4 (muito alta suscetibilidade a erosão).

Depois da padronização dos fatores, utilizou-se a técnica de comparação pareada no módulo *Weight*, para gerar o conjunto de pesos a aplicar aos fatores.

Nesta técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico, cada fator é combinado com os demais, através de uma matriz de comparação pareada, conforme exemplo da Tabela 16. Com isso, indica-se qual o fator mais importante e

quanto este fator (coluna da esquerda) é mais importante que cada um dos demais fatores (linha superior) aos quais está sendo comparado.

A AHP – Processo Analítico Hierárquico, segundo CÂMARA *et al.* (2001) é uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos.

TABELA 16 – EXEMPLO DE PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO ENTRE ARQUIVOS

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Mais forte	Forte	Moderadamente	Igual	Moderadamente	Forte	Mais Forte	Extremamente

Fator	Declividade	Rios	Pedologia	Caminhos	Solos
Declividade	1				
Rios	1/3	1			
Pedologia	1	4	1		
Caminhos	1/7	2	1/7	1	
Uso	1/2	2	1/2	4	1

FONTE: EASTMAN (2001,P.9).

Quando a matriz for completada, é possível calcular os pesos de cada fator resultante de comparação pareada, bem como efetuar uma avaliação de consistência da mesma para instruir o usuário sobre qualquer inconsistência ocorrida durante o processo de comparação, demonstrado na Tabela 17, ou seja, com base na comparação, a AHP pondera todos os critérios e calcula um valor de razão de consistência entre (0, 1), com 0 (zero) indicando a completa consistência do processo de julgamento.

TABELA 17 – EXEMPLO DE PESOS DE IMPORTÂNCIA PARA OS ARQUIVOS

Fatores	Pesos
Declividade	0,33
Rios	0,08
Pedologia	0,34
Caminhos	0,07
Uso	0,18

Valor de Consistência: 0,06

FONTE: EASTMAN (2001,P.10).

Em seguida, para agregar os fatores padronizados e as restrições, utilizou-se o método de combinação linear ponderado, disponível no módulo MCE – *Multi Criteria Evaluation* do conjunto de apoio à decisão do *Idrisi* (Figura 23).

A imagem resultante do módulo MCE possui valores que variam de 0 a 255 *bytes*, onde o valor 0 indica áreas sem aptidão e o valor 255 indica áreas sem impactos ambientais, sendo estas áreas com aptidão. E os valores intermediários, a aptidão varia de acordo com a potencialidade ambiental, em função dos fatores determinados anteriormente. Para uma melhor visualização e análise do mapa, fez-se uma reclassificação de acordo com o histograma (Figura 52), e a partir também dos critérios descritos na Tabela 23, através da rotina *Reclass*, gerando assim um mapa de zoneamento ambiental (Figura 54).

O zoneamento Ambiental estabelece critérios e parâmetros a partir dos quais deverá ser procedida a delimitação de espaços territoriais, com objetivos de utilização especificamente definida. É uma atividade que ordena o território e molda-o para um determinado desenvolvimento e ocupação (ANTUNES, 1998).

Assim, o zoneamento ambiental é um instrumento que define usos e restrições das áreas de um município, considerando variáveis ambientais, objetivando a caracterização do meio físico como subsídio ao planejamento e a gestão de um território. É através de um zoneamento ambiental que se pode conhecer as potencialidades e vulnerabilidades do território, para garantir assim a ocupação ordenada do solo e a qualidade de vida da população atual e futura.

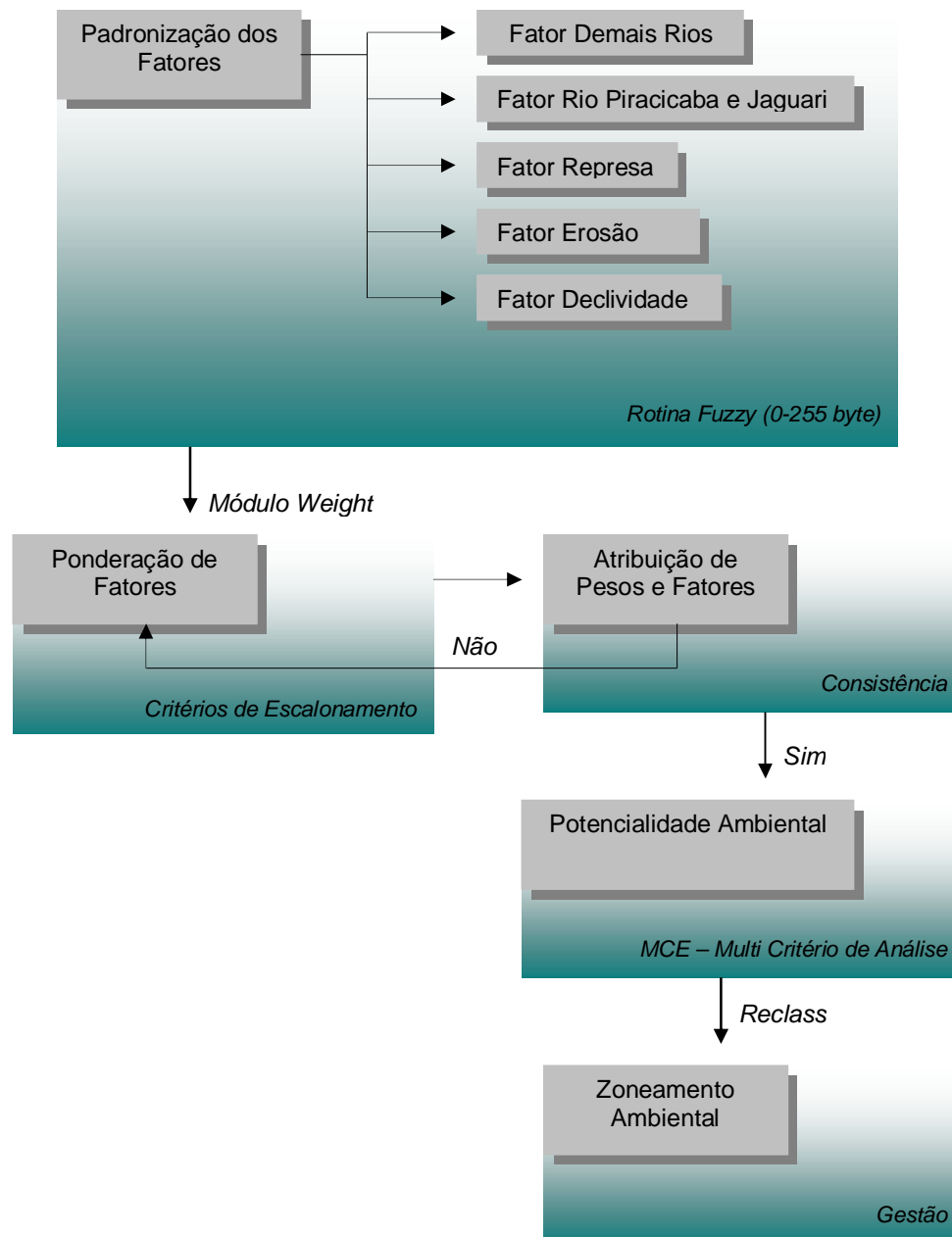


FIGURA 23– FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL.

5.2.7. PRIMEIRO CENÁRIO: ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL – CAPACIDADE DE SUPORTE

Realizado o Zoneamento Ambiental foi possível avaliar os impactos ambientais ocasionados pela ocupação urbana, segundo o fluxograma da Figura 24.

Para tanto, fêz-se necessário reclassificar a imagem de Uso do Solo (Figura 39) para poder extrair somente a área urbanizada (Figura 40).

Em seguida utilizou-se o módulo *Crosstab* do *Idrisi*, nas imagens da área urbanizada (Figura 40) com o Zoneamento Ambiental (Figura 54), resultando na Figura 56, a qual caracteriza os impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização sem um planejamento ambiental territorial.

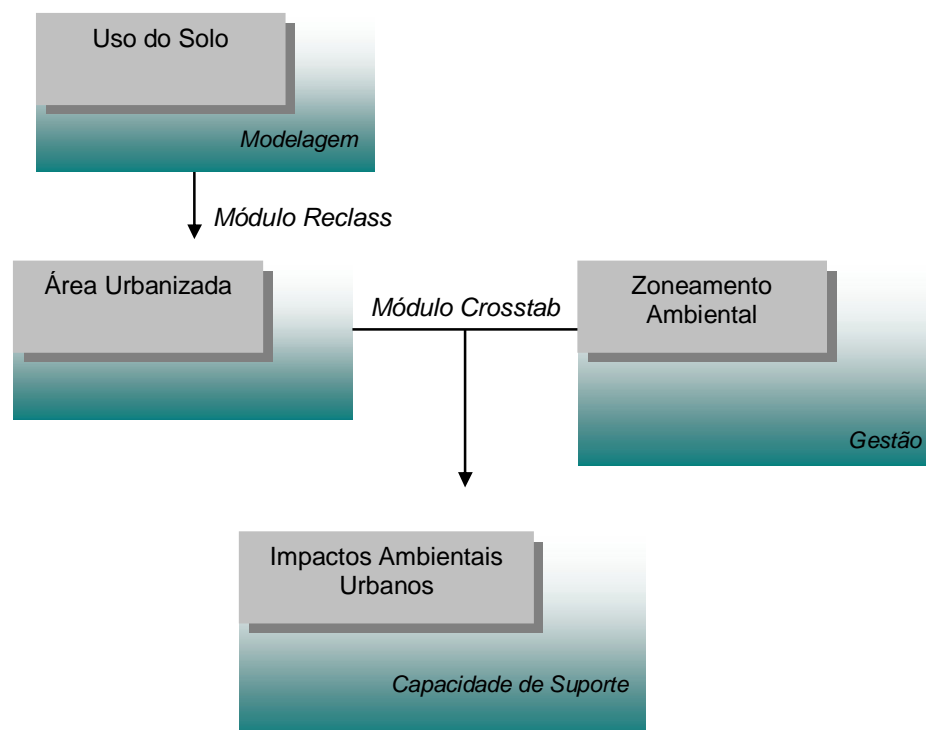


FIGURA 24– FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA A ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL.

5.2.8. SEGUNDO CENÁRIO: POTENCIAL DE USO - POLÍTICAS PÚBLICAS

Com a finalidade de reordenar e controlar o crescimento físico territorial do município, minimizando os impactos ambientais ocasionados pelo processo de ocupação urbana em áreas ainda não ocupadas e, portanto, garantindo nesses espaços qualidade de vida urbana e ambiental, fêz-se necessário analisar a política pública atual, a partir do Zoneamento Ambiental adequado a manter a sustentabilidade do território (Figura 25).

Para isso, foi preciso reclassificar o Zoneamento Urbano do PDDI, através do módulo *Reclass* do Idrisi para extrair apenas as áreas propostas de expansão urbana (Figura 61), as quais são divididas em duas áreas: Área de Urbanização Controlada (AUC) e Zona Urbanizável (ZU), segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Americana (1999).

Em seguida utilizou-se do módulo *Crosstab* para cruzar o Zoneamento Ambiental (Figura 54) com as áreas de expansão (Figura 61), seguido do módulo *Reclass* para reclassificar a imagem resultante, conforme Figura 62.



FIGURA 25— FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

5.2.9. ÁREAS VERDES URBANAS

Devido à importância da vegetação na área urbana de um município, que contribui para a preservação da qualidade ambiental, ou seja, para a melhoria das condições de solo urbano, a melhoria do ciclo hidrológico das cidades, do aumento da diversidade e quantidade da fauna nas cidades, a moderação dos extremos microclimáticos urbanos e a redução dos níveis de poluição na atmosfera urbana, cumprindo assim a finalidade de equilíbrio ambiental, foi preciso analisar o potencial de áreas verdes para o município de Americana, de acordo com a metodologia proposta na Figura 26.

Para isso, reclassificou-se a imagem de uso do solo (Figura 39) utilizando o módulo *Reclass*, para separar apenas as áreas de vegetação arbórea e mata nativa, resultando na Figura 64.

Posteriormente, utilizou-se do módulo *Crosstab* para poder analisar as áreas verdes por área de planejamento, conforme a Figura 65.

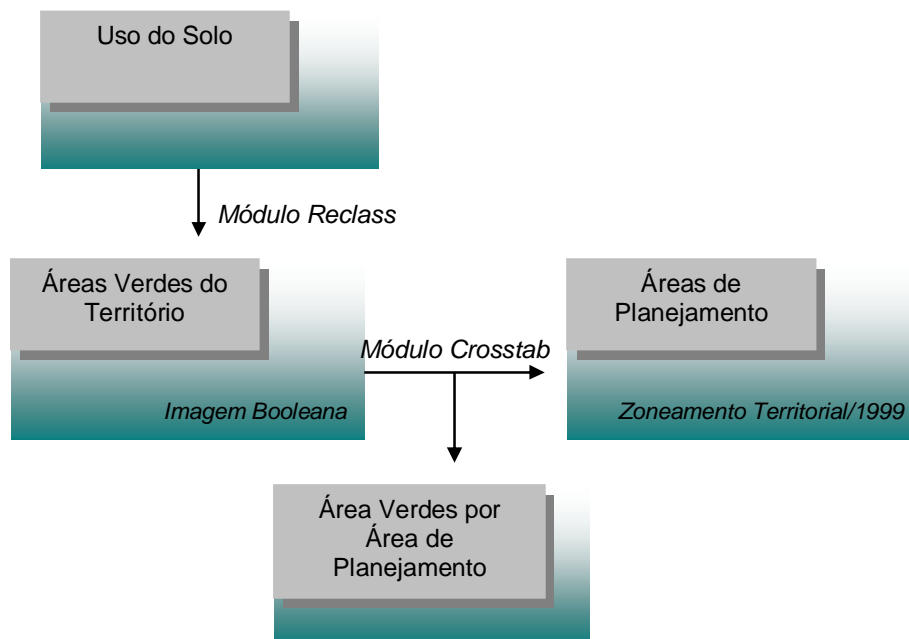


FIGURA26– FLUXOGRAMA DAS ÁREAS VERDES URBANAS DO TERRITÓRIO DE AMERICANA.

Com o objetivo de identificar as áreas verdes consideradas pela Prefeitura Municipal de Americana, inseridas na malha urbana (em alguns quarteirões), utilizou-se o programa *AutoCad 2000* para gerar polígonos nos quarteirões da malha os quais foram exportados para o *software Cartalinx* para compatibilizar a extensão e separar também, apenas os quarteirões considerados áreas verdes, exportando assim para o *Idrisi* (Figura 67), .

Em seguida utilizou-se do módulo *Overlay* para cruzar o mapa de uso do solo (Figura 39) com as áreas verdes consideradas pela Prefeitura, resultando na Figura 69, conforme o fluxograma demonstrado pela Figura 27.

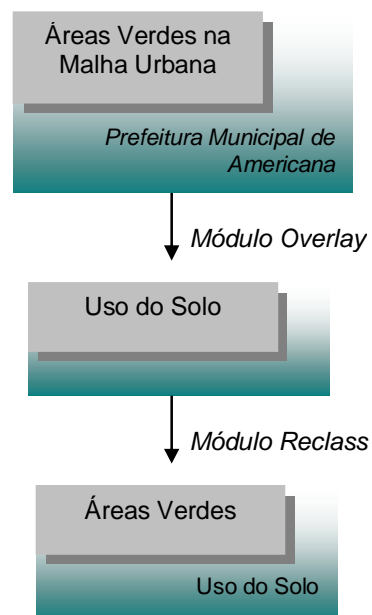


FIGURA 27– FLUXOGRAMA DAS ÁREAS VERDES URBANAS (PREFEITURA).

Verificadas as áreas verdes consideradas pela Prefeitura, utilizou-se novamente o módulo *Overlay* para analisar a cobertura vegetal (incluindo as áreas públicas e privadas) e verificar a existência de grandes massas arbóreas existentes na malha urbana e como estão distribuídas (Figura 28).

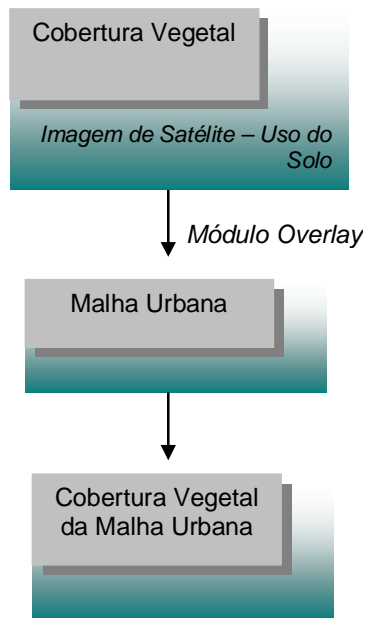


FIGURA 28– FLUXOGRAMA DA COBERTURA VEGETAL DA MALHA URBANA.

Posteriormente, através do módulo *Overlay*, somaram-se as duas imagens (Figura 64), com o objetivo de analisar a questão do ponto de vista de cobertura vegetal e de quanto o território disponibiliza desta área na realidade (Figura 29).

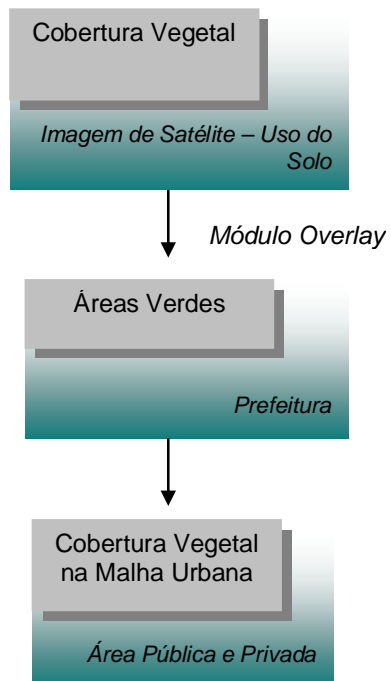


FIGURA 29– FLUXOGRAMA DA COBERTURA VEGETAL URBANA (PÚBLICA E PRIVADA).

5.2.10. RISCOS DE INUNDAÇÃO

O desenvolvimento urbano acarreta a impermeabilização do solo, onde há ocupação antrópica e conseqüentemente, as grandes cheias provocadas pelos temporais na cidade que ultrapassam a capacidade de escoamento dos leitos dos cursos d'água, com suas várzeas ocupadas entre ruas e construções, o que contribui para o agravamento destes problemas.

Desta maneira, as inundações podem ser intensificadas pela ação antrópica, em vista de alterações no solo da bacia hidrográfica, como o desmatamento, a urbanização, ou seja, intervenções que não estão sendo bem planejadas sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da capacidade local a estas ações.

Diante disso, realizou-se um estudo de inundações (Figura 74) para a definição de áreas com risco de alagamento (Figura 30). Nesse sentido, utilizou-se o módulo *Fuzzy* do *Idrisi*, a partir da imagem de declividade em percentual (Figura 33), usando a função de uso definido, conforme a Figura 31, onde 0 a 3% considerou-se segundo a Lei CONAMA 004/85, áreas imediatas a enchentes e 3% a 5% áreas com ocorrência a enchentes.

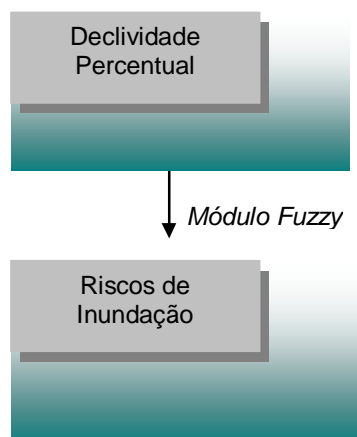


FIGURA 30– FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA
ADOTADA PARA RISCOS DE INUNDAÇÃO.

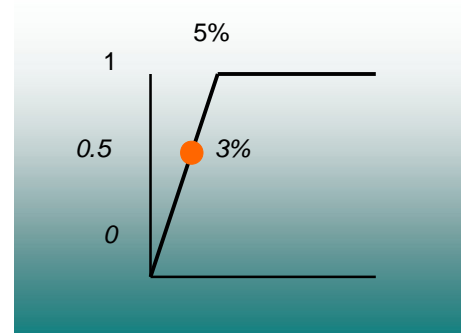


FIGURA 31– GRÁFICO DA INUNDAÇÃO.

5.2.11. PROCESSO MITIGATÓRIO

Diante dos cenários propostos, em decorrência do diagnóstico ambiental, serão abordados os resultados do zoneamento ambiental com algumas recomendações para processo de mitigação (áreas de restrição, severas, médias, entre outras), com o objetivo de compensar ou controlar de forma ambiental os impactos ocasionados no município de Americana, pelo processo da urbanização. De modo também que o poder público, bem como outros “atores” envolvidos possam realizar uma intervenção no meio físico de maneira racional e direcionada para a conservação do meio ambiente.

A partir desse contexto, utilizou-se a metodologia demonstrada pela Figura 32, onde foi preciso cruzar através do módulo *Crosstab*, as Áreas de Planejamento (Figura 66) com o Zoneamento Ambiental (Figura 54) para obter o Zoneamento adequado a cada área, conforme a Figura 65.

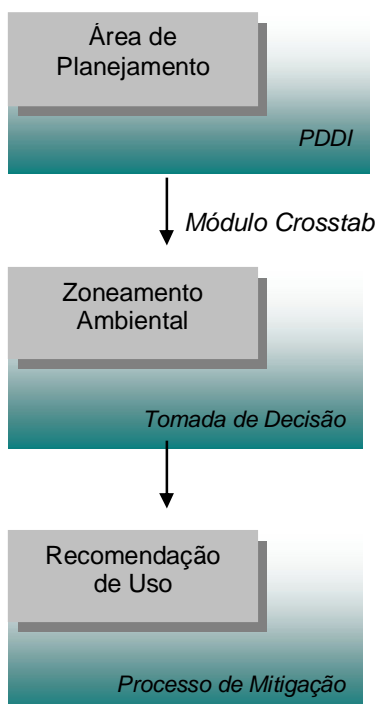


FIGURA 32– FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA PARA O PROCESSO MITIGATÓRIO.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rápido desenvolvimento urbano e industrial na região de Americana alterou significativamente as características de ocupação do município. Desta forma, a solução de problemas decorrentes do uso do solo, deve ser obtida através do planejamento e da gestão ambiental.

Para isso, é essencial entender o ecossistema urbano (a especificidade do território) para tomar uma decisão equilibrada sobre o município, garantindo ocupações ambientalmente sustentáveis, a qual se dá pelo Zoneamento Ambiental.

Diante desse contexto, os resultados e discussões são aqui apresentados de forma a contribuir para a compreensão e minimização dos impactos ambientais ocasionados pela urbanização desordenada, baseados na análise de cenários condizentes com a realidade local.

Para atingir tal finalidade, foi indispensável criar dois cenários, (Figura 17), com o auxílio do geoprocessamento:

- 1º Cenário: Análise do processo de ocupação territorial - Capacidade de Suporte.
- 2º Cenário: Potencial de Uso - Políticas Públicas.

Realizados os cenários, houve a necessidade de compreender outros processos que também interagem no meio urbano (Figura 17), causando o impacto ambiental, os quais são de fundamental importância para elaboração de um plano de manejo, bem como parte da gestão e do planejamento do território, como:

- Áreas Verdes.
- Riscos de Inundação.

6.1. MODELO DIGITAL DO TERRENO - MDT

Através da metodologia adotada, obteve-se o modelo digital do terreno (Figura 33), o qual representa a altitude do terreno em determinada posição.

6.2. CARTA DE DECLIVIDADE

A partir da metodologia adotada, e do modelo digital do terreno, obteve-se as cartas de declividade (Figuras 34 e 35), com o objetivo de conhecer e diagnosticar o território de Americana, para não propor, por exemplo, loteamentos em áreas sujeitas a inundações ou várzea, segundo a Lei CONAMA 004/85, ou em áreas com declividade superior a 30%, conforme descrito pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 477/65).

Analisando a carta de declividade (Figura 34), juntamente com a Tabela 18, nota-se que a maior parte do território de Americana (37,92%), possui declividade inferior a 5%. Isso significa que o território deve dispor de apropriada infra-estrutura (mesmo nas áreas mais altas) para atender aos loteamentos, permitindo assim o escoamento adequado das águas pluviais até os cursos d'água.

TABELA 18- QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA INTERVALO DE DECLIVIDADE (EROSÃO)

Intervalos de Declividade	Área (ha)	Área (%)
0 a 5%	5113.0800	37,92
5 a 10%	4931.2350	36,57
10 a 20%	2046.1725	15,17
20 a 30%	230.355	1,71
>30%	55.282	0,41
Represa + Corpos d'Água (rio Piracicaba e Jaguari)	1108.2825	8,22
Total	13484.4075	100

6.3. CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

A carta de Suscetibilidade à Erosão (Figura 36), foi resultado da metodologia adotada, a qual seguiu de uma matriz adaptada de RANIERI (1996), feita as considerações por BERTONI & LOMBARDO NETO (1990) e utilizada também por MORENO (2000).

Através do resultado obtido, nota-se que o território apresenta uma suscetibilidade à erosão significativa, ou seja, de acordo com a Tabela 19, 27,32% do território são áreas de alta a muito alta erosão e que muitas dessas áreas, se encontram ocupadas pela urbanização, colocando em risco a população e o meio ambiente, pois a ação antrópica aumenta a degradação do meio natural.

Um exemplo disso encontra-se localizado na área pós-represa de Salto Grande em Americana, sendo o loteamento denominado como Recanto da Águas (Figura 37), distando 21Km do centro de Americana e 12Km do centro de Paulínia, o qual recebe infra-estrutura deste município e arrecadação de impostos é cobrado por Cosmópolis. A implantação desse loteamento data de 06/07/78, possui 270 chácaras de 1.200m², das quais 36 chácaras estão sem legalização e várias famílias moram em uma mesma chacara e a água neste loteamento é por poços comuns e o caminhão pipa leva três vezes por semana.

Portanto, verifica-se que esta área é crítica, pois parte do loteamento Recanto das Águas se encontra em área com suscetibilidade à erosão muito alta, em área de proteção e preservação permanente de 30 metros em relação às corpos d'água, que não existem, bem como um raio de 50 metros de proteção que deveria ter nas nascentes.

Outros loteamentos, situados na margem esquerda da represa Salto Grande também se encontram em áreas suscetíveis à erosão alta e em áreas de proteção e preservação ambiental, contribuindo para a degradação do meio.

Essa degradação ambiental, leva a considerar que grande parte dos problemas enfrentados pela represa do Salto Grande ainda continua sendo, devido a movimentação de terra dos loteamentos localizados nas áreas de proteção e preservação ambiental, pois são áreas frágeis em relação a suscetibilidade à erosão, e não possuem ao redor da represa a mata ciliar, pois segundo LIMA (1989), a vegetação controla a erosão dos canais.

TABELA 19- QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE A CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Suscetibilidade à Erosão	Área (ha)	Área (%)
Baixa	4365.8550	32,38
Média	4326.3675	32,08
Alta	2611.26	19,37
Muito Alta	1072.6425	7,95
Represa Salto Grande+ Corpos d'Água (rio Piracicaba e Jaguari)	1108.2825	8,22
Total	13484.4075	100

6.4. CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO

A classificação supervisionada realizada a partir da imagem satélite (Figura 38) permitiu agrupar o uso do solo nas classes demonstradas na Tabela 20 e na Figura 39.

TABELA 20 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)
Água	722.2275	5,36
Vegetação Rasteira / Aguapé	417.1500	3,03
Cana	3082.4325	22,86
Solo Exposto / Culturas	730.8000	5,43
Vegetação Nativa	594.0900	4,42
Vegetação Arbórea	2075.0175	15,40
Pasto	1347.4575	9,99
Vegetação Aquática	408.4875	3,04
Vegetação Paludosa	238.8825	1,78
Área Urbanizada	3868.0200	28,69
Total	13484.4075	100

A Tabela 20 apresenta as classes de uso do solo as quais foram consideradas relevantes para o presente estudo. Deve-se destacar que, devido à semelhança espectral entre os alvos, houve agregação de alguns desses o qual mais se aproximava (reflectâncias espectrais, em Apêndice 14, p. 191).

A área urbanizada de Americana foi classificada a partir da metodologia adota, conforme o item 5.2.4.2. Classificação da imagem, p. 79, resultando na Figura 40.

Assim, a matriz de erros e os indicadores de exatidão (Apêndice 15, p. 192), indicam que houve um número considerável de pixels classificados corretamente, pois o índice Kappa foi de 0,82 e exatidão de 86%, e segundo os dados da Tabela 14 (p.81), a classificação pode ser considerada excelente.

Analisado a Tabela 20 juntamente com a Figura 39, verifica-se que prevalece uma grande quantidade de cana no território, ou seja, 23%, principalmente na área de urbanização controlada (AUC).

6.5. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO – CRITÉRIOS RESTRITIVOS

A partir da metodologia proposta, obteve-se os resultados demonstrados pelas Figuras 41 a 45, os quais são os critérios restritivos.

6.6. PADRONIZAÇÃO DOS FATORES

Utilizando-se da metodologia proposta, obteve-se os resultados demonstrados nas Figuras 46 a 50.

6.7. MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Para obter o Zoneamento Ambiental, utilizou-se a técnica de comparação pareada no módulo *Weight*, e gerou-se a matriz, conforme Tabela 21.

Com isso estabeleceram-se os pesos de importância relativa, como mostra a Tabela 22 entre dois fatores, referindo-se a comparações pareadas, utilizando-se da metodologia adotada. Segundo EASTMAN (1998), estes pesos são usados no módulo MCE (Análise de Múltiplos Critérios) do *Idrisi*, que faz combinação linear na determinação de aptidão das imagens para o objetivo determinado. Calculados os pesos, obteve-se uma razão de consistência de 0,02, sendo assim, aceitável.

TABELA 21 – PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO ENTRE ARQUIVOS

Fator	Demais Rios	Rio Piracicaba e Jaguari	Represa	Erosão	Declividade
Demais Rios	1				
Rio Piracicaba e Jaguari	2	1			
Represa	3	1	1		
Erosão	4	3	1	1	
Declividade	5	3	2	1	1

TABELA 22 – PESOS DE IMPORTÂNCIA PARA OS ARQUIVOS

Fatores	Pesos
Demais Rios	0,0646
Rio Piracicaba e Jaguari	0,1280
Represa	0,1888
Erosão	0,2844
Declividade	0,3342

Assim, a imagem resultante do módulo MCE (Figura 51), possui valores que variam de 0 a 255, onde o valor 0 indica áreas sem aptidão, ou seja, os rios com a área de preservação permanente, juntamente com declividades impróprias à ocupação urbana e áreas suscetíveis à erosão e geologia inadequada à urbanização. O valor 255 indica áreas sem impactos ambientais,

sendo que os valores entre 0 e 255 variam de acordo com a sustentabilidade a impactos ambientais, em função dos fatores determinados anteriormente.

Em seguida, analisou-se a imagem e fêz-se uma reclassificação, de acordo com o histograma (Figura 52), e a partir também dos critérios descritos na Tabela 23 para obter uma melhor visualização através da rotina *Reclass* do *Idrisi*, considerando cinco áreas, ou seja, áreas com restrição (de acordo com as leis) as quais são imagens *booleanas*; áreas sem restrição sendo as áreas livres de impactos ambientais e com melhores condições de solo e relevo, portanto, são aptas à ocupação; área com média e severa restrição.

TABELA 23 – CRITÉRIOS PARA RECLASSIFICAÇÃO DA FIGURA 50

Intervalos	Identificação	Descrição
1 a 115	Áreas Críticas	Declividade <5%
115 a 134	Áreas Impróprias	Áreas Suscetíveis a Erosão muito Alta e declividade >30%
134 a 153	Áreas com Severas Restrições	Declividade de 20% a 30% Alta a Muito Alta Suscetibilidade a Erosão
153 a 171	Áreas com Médias Restrições	Declividade de 10% a 20% Média a Baixa Suscetibilidade a Erosão
>171	Áreas sem Restrições	Declividade de 5% a 10% Área não suscetível a Erosão

Diante disso, utilizou-se o módulo *Overlay* (de soma) para agregar a imagem final às áreas de restrições.

Realizado o zoneamento, utilizou-se o módulo *Buffer* de 50 metros em torno das nascentes (Figura 53), que segundo o Código Florestal (Lei nº4771/65 alterada pela Lei nº7803/89), são áreas de proteção e preservação, gerando uma imagem *booleana* a qual foi agregada ao zoneamento ambiental (Figura 54).

Através do módulo *Area*, foi possível demonstrar quantitativamente a área correspondente a cada subdivisão por categoria, como mostra a Tabela 24.

TABELA 24 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA OCUPAÇÃO

Categoria	Área (Hectares)	% da Área Total	Urbanização
	57.6225	0,43	Restrição: Declividade >30%
	166.9725	1,24	Áreas Críticas
	5666.7825	42,02	Áreas sem Restrições
	3429.0450	25,43	Áreas com Médias Restrições
	1153.8675	8,56	Áreas com Severas Restrições
	401.8950	2,98	Áreas Impróprias
	477.3375	3,54	Áreas com Restrição Geológica
	995.6925	7,39	Áreas de Preservação e Proteção Permanente dos Corpos d'Água
	43.2900	0,32	Áreas de Preservação e Proteção Permanente das Nascentes
	1091.9025	8,09	Represa Salto Grande
Total	13484.4075	100	

Analisando a Figura 54 juntamente com a Tabela 24, percebe-se que muitas áreas do território possuem algum tipo de restrição, pois apenas 42% (menos da metade do território) são áreas sem nenhum tipo de restrição relacionado com a questão ambiental. Por esta razão deve existir uma gestão ambiental do território que estabeleça condições para impedir a evolução dos impactos ambientais e, conseqüentemente, a perda do suporte ambiental, pois muitas das áreas consideradas com algum tipo de restrição já foi ocupada pelo processo de urbanização devido à falta de ordenamento territorial.

6.8. PRIMEIRO CENÁRIO: ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL - CAPACIDADE DE SUPORTE

Através da metodologia proposta, com o cruzamento do zoneamento ambiental (Figura 54) com a área urbanizada (Figura 40), foi possível identificar os impactos ocasionados pelo processo de urbanização em áreas frágeis, conforme Figura 55, bem como reclassificar esta imagem e obter os impactos ambientais somente em áreas consideradas proibidas à ocupação (Figura 56).

Diante desse cenário, houve a necessidade de analisar o mapa de evolução urbana do município (Figura 57), visto que Americana data do século XIX e a ocupação urbana acompanhou desproporcionalmente o crescimento industrial, destacando algumas formas de assentamento e algumas características que influenciaram diretamente as condições naturais do meio. Com isso pôde-se constatar que mesmo depois de promulgadas as leis (Código Florestal, Lei Lehman), estas não foram cumpridas, acarretando assim uma urbanização sem planejamento urbano e ambiental, que garantisse a sustentabilidade do território.

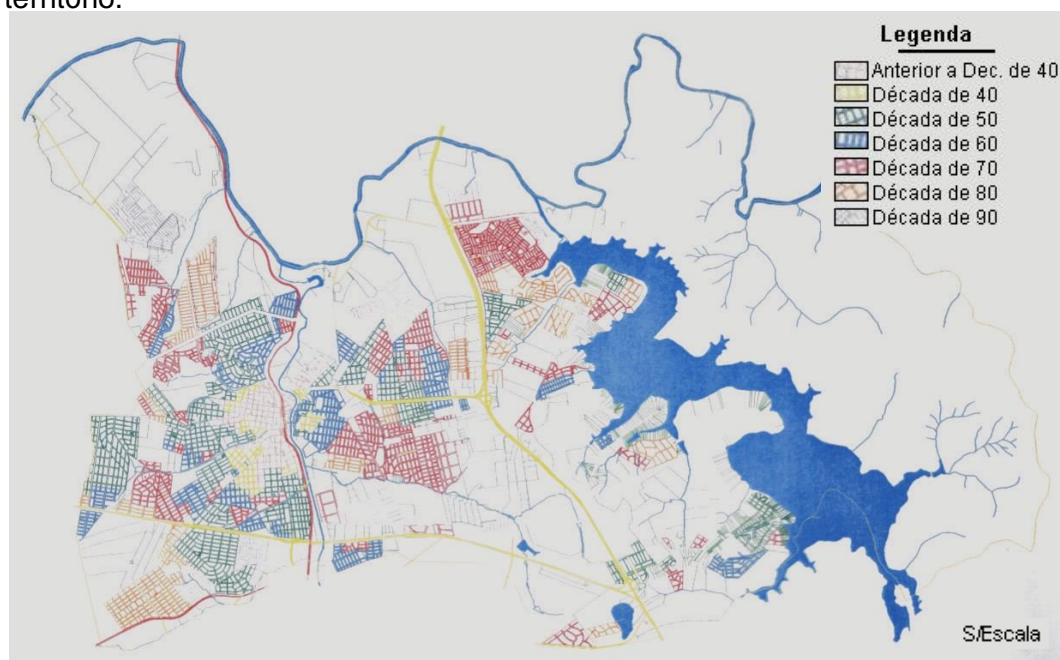
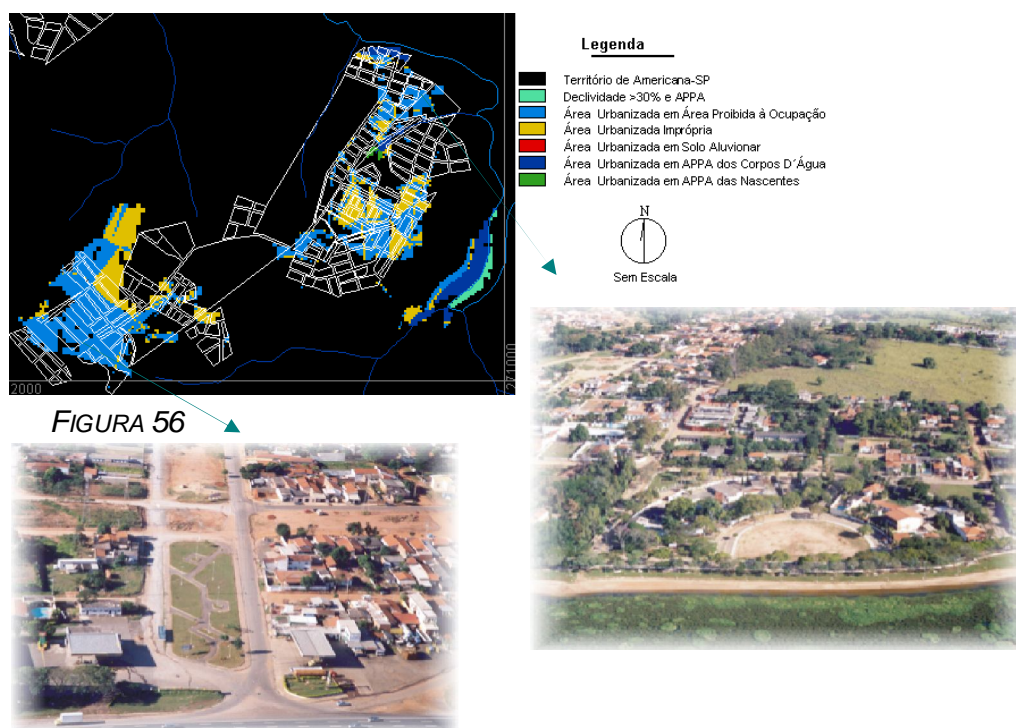


FIGURA 57– MAPA DE EVOLUÇÃO URBANA.

FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA, 2002.

Nesse sentido, os principais problemas ocasionados pela falta do planejamento urbano e ambiental são os impactos ambientais, os quais de maneira geral ocorrem pelo alto índice de impermeabilização do solo, motivado pelo grande número de unidades habitacionais e a pavimentação de vias, que nos dias de chuva intensa e rápida comprometem as galerias, pois o dimensionamento destas não é condizente com a realidade, além da falta de manutenção em relação ao capim dentro dos rios, conforme Figura 58. Ocorrem também as canalizações completas de córregos, o que destrói a paisagem e aumenta o custo de substituição e manutenção das galerias, além da movimentação de terras ao longo dos cursos d'água, devido a falta de mata ciliar, o que proporciona o assoreamento e o entupimento das galerias.

Assim, analisando a Figura 56, juntamente com a Tabela 25, o maior impacto se dá em áreas que deveriam estar sendo preservadas (área urbana em área proibida à ocupação), por serem suscetíveis à erosão, conforme Figura 59.



FONTE: ARQUIVO PESSOAL, 2002.

**TABELA 25 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA
ÁREA IMPACTADA**

Impacto Ambiental	Área (ha)	Área (%)
Áreas Críticas (Declividade <3%)	9.3825000	0,24
Área Urbanizada em Área Proibida à Ocupação	236.700000	6,12
Área Urbanizada Imprópria	56.9250000	1,47
Área Urbanizada em Solo Aluvionar	88.8300000	2,30
Área Urbanizada em APPA	97.8750000	2,50
Área sem Impactos	3378.3100000	85
Área Urbanizada (Total)	3868.0200000	100

As Áreas de Proteção e Preservação Ambiental ao longo dos corpos d'água e das nascentes, também foram impactadas pelo processo de urbanização, pois não foi respeitada a legislação, conforme demonstra a Figura 60. De acordo com o Código Florestal, as áreas em torno dos corpos d'água são áreas que devem ser preservadas e, portanto, devem possuir uma largura mínima de acordo com a largura do curso d'água (4.5.3. Preservação e Recuperação da Mata Ciliar, p. 58) para impedir o uso com fins econômicos, já que são áreas exclusivamente de questão ambiental.

O impacto ambiental causado pela urbanização em Americana está presente também em áreas de solos aluvionares, conforme exemplo na Figura 61, que justifica as inundações nestas áreas, pois são locais planos sujeitos a influência de nível de lençol freático elevado e, portanto, propícios ao ecossistema (recomposição dos rios) e não para a prospecção do desenvolvimento urbano (produção antrópica).

Nesse sentido, torna-se fundamental a elaboração de diretrizes e recomendações para a organização das diferentes formas de ocupação, bem como a adoção de medidas mitigatórias de impactos e conflitos gerados pela ocupação inadequada do meio físico e para a orientação do poder público municipal e estadual no planejamento do território de Americana.

6.9. SEGUNDO CENÁRIO: POTENCIAL DE USO - POLÍTICAS PÚBLICAS

Com o objetivo de evitar que ações antrópicas sejam desencadeadas de modo a propiciar o impacto ambiental em áreas ainda não ocupadas, como o ocorrido com a malha urbana consolidada, fêz-se necessário entender a aptidão do meio, ou seja, a capacidade de suporte da área em questão, para compatibilizar as necessidades humanas às características do solo, garantindo assim a sustentabilidade ambiental da área de expansão do território de Americana.

Diante desse cenário, torna-se possível planejar e gestar o ambiente, compatibilizando o desenvolvimento urbano com as políticas públicas e o meio natural mantendo, assim, o ambiente equilibrado.

Para isso, separou-se do mapa de Zoneamento Urbano contido no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI de 1999 com alterações em 2001), apenas as áreas de expansão, visto que este propõe as áreas divididas em duas: área de urbanização controlada (AUC), situada pós- represa e zona urbanizável, conforme Figura 61.

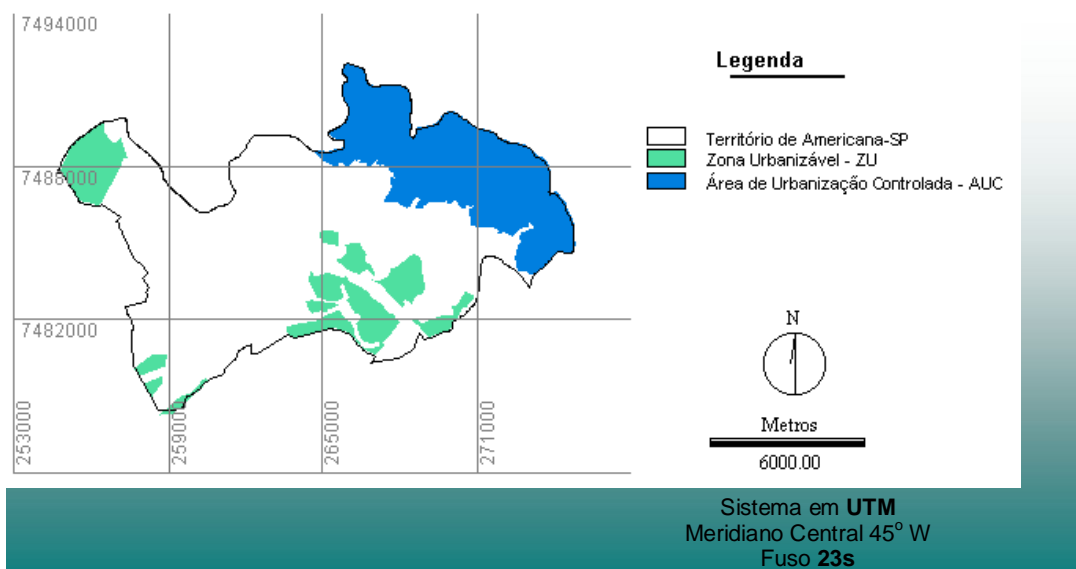


FIGURA 61- DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE EXPANSÃO DO TERRITÓRIO DE AMERICANA.

Assim, foi indispensável o cruzamento do Zoneamento Ambiental com o Zoneamento Urbano Municipal, com o objetivo de garantir a sustentabilidade ambiental do território nas áreas de expansão, com base na capacidade de suporte que o município possui.

Portanto, o resultado obtido é demonstrado na Figura 62, o qual aponta que muitas das áreas que o Zoneamento Urbano do PDDI se destina à área de expansão urbana, pelo Zoneamento Ambiental, são áreas que devem ser preservadas, devido à fragilidade do ponto de vista ambiental do território.

Partindo desse resultado, fica demonstrada a necessidade da metodologia adotada, bem como o instrumento utilizado na elaboração do Zoneamento Ambiental para subsidiar as tomadas de decisões quanto a gestão do território e do planejamento urbano e ambiental. É somente a partir das restrições que se pode ter garantia do que poderá ser ocupado pelas ações antrópicas, o que garantirá assim a possibilidade de ocupação do solo de forma adequada e controlada.

Desta maneira, fica evidente que o poder público de Americana não levou, e ainda não leva, em consideração o diagnóstico do meio físico, quanto à questão ambiental, pois na área de expansão urbana (AUC), por exemplo, se localiza um aterro sanitário em local impróprio por questões ambientais, devido à proximidade de corpos d'água e por estar em área suscetível à erosão, por ser solo podzólico, conforme Figura 63.

As outras áreas (sem restrição, restrição média e severa) poderão ser ocupadas pela urbanização, mas requerem um tratamento específico para seu uso visando evitar problemas decorrentes da ocupação inadequada, aproveitando as melhores características físicas do local e gerando um desenvolvimento sustentável, visto que conforme as Tabelas 26 e 27, as áreas sem restrições, ou seja, propícias à ocupação urbana é de apenas 13% na ZU e 29% na AUC. Portanto, para que não ocorram impactos ambientais ocasionados pela ocupação urbana, é necessário respeitar a capacidade de suporte que o meio dispõe.

TABELA 26- QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ZONA URBANIZÁVEL

Zona Urbanizável	Área (Hectares)	% da Área Total
Áreas Críticas	8.6850000	0,52
Áreas sem Restrições	636.2325000	38,45
Áreas com Médias Restrições	604.7550000	36,55
Áreas com Severas Restrições	158.6925000	9,59
Áreas Impróprias	52.58250000	3,18
Áreas com Restrição Geológica	107.1900000	6,48
Áreas de Preservação e Proteção Permanente dos Corpos d'Água	62.4375000	3,77
Áreas de Preservação e Proteção Permanente das Nascentes	21.7275	1,31
Áreas com Declividade >30%	2.4375000	0,15
Total de Zona Urbanizável	1654.7400000	100

TABELA 27 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA ÁREA DE URBANIZAÇÃO CONTROLADA

Área de Urbanização Controlada	Área (Hectares)	% da Área Total
Áreas Críticas	66.3975000	2,05
Áreas sem Restrições	1364.3775000	42,14
Áreas com Médias Restrições	781.6500000	24,15
Áreas com Severas Restrições	438.7050000	13,55
Áreas Impróprias	171.1800000	5,29
Áreas com Restrição Geológica	24.8625000	0,77
Áreas de Preservação e Proteção Permanente dos Corpos d'Água	329.0625000	10,15
Áreas de Preservação e Proteção Permanente das Nascentes	61.695	1,90
Total de Área de Urbanização Controlada	3237.9300000	100

6.10. ÁREAS VERDES URBANAS

De acordo com a metodologia proposta, obteve-se como um dos resultados a Figura 64, onde se nota que o município dispõe de cobertura vegetal significativa, mas que analisada com a hidrologia, bem como com a área que deveria haver de proteção e preservação das nascentes e rios, estas se encontram num elevado grau de degradação e falta de mata ciliar, pois a vegetação se encontra em maciços concentrados, principalmente fora da malha urbana.

É importante ressaltar que o trabalho em questão sobre a área verde do município de Americana está sendo analisado em macroescala e, neste caso, a vegetação que prevalecer nas imagens é apenas vegetação densa. Neste sentido, para um estudo detalhado sobre área verde por habitante, é necessário um outro trabalho a partir de imagens satélites de maior resolução espacial ou através de fotografias aéreas, chegando na microescala.

Obtendo-se como outro resultado, a Figura 65 juntamente com a Tabela 28 é possível observar que, quando analisada a cobertura vegetal por área de planejamento (Figura 66), esta se apresenta em menor quantidade nas áreas menores, com elevada porcentagem de área urbanizada e mais adensadas em nível populacional, como, por exemplo, as áreas de planejamento 1 e 9, visto que as maiores áreas muitas vezes possuem áreas de reflorestamento, bem como vegetação arbórea em grandes maciços, contribuindo para o aumento das áreas de cobertura vegetal, as quais não são de uso público.

Para identificar as áreas verdes consideradas pela Prefeitura Municipal de Americana, inseridas na malha urbana, utilizou-se da metodologia adotada (item 5.2.9. Áreas Verdes urbanas, p. 93), o que resultou na Figura 67. Com a finalidade de comparar a malha urbana da Prefeitura (Figura 67) com a da imagem satélite (Figura 40), utilizou-se o módulo *Crosstab* e gerou-se a Figura 68, a qual se nota a incompatibilidade das imagens, pois muitas áreas loteadas não estão inclusas no cadastro da Prefeitura e outras ainda fora do perímetro, visto que este se modifica de acordo com interesse dos municípios.

Assim, observando-se a Figura 69 e a Tabela 29, referentes às quadras que a Prefeitura considera com área verde, e de acordo com a classificação da imagem satélite, percebe-se que apenas uma pequena parte da quadra possui vegetação e o restante outro tipo de cobertura vegetal, e não toda, como representado em alguns casos pela Prefeitura, havendo desta maneira uma falta de planejamento a respeito das áreas de interesse público e ambiental. Nessa falta de planejamento está implícito também a análise do mapa do município (Figura 70), onde se verifica que muitos loteamentos não possuem nenhuma área verde (pública), e que muitas das áreas que estão destinadas para este uso não foram implantadas.

*TABELA 29 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA
ÁREA VERDE*

Áreas Verdes (Prefeitura)	Área (Hectares)	% da Área Total
Água	0.45	0,01
Vegetação Rasteira	0.90	0,02
Solo Exposto	0.36	0,01
Mata Nativa	0.42	0,01
Vegetação Arbórea	10.94	0,28
Pasto	3.69	0,10
Vegetação Paludosa	4.99	0,13
Urbanização – Solo Exposto	18.43	0,48
Área Urbanizada (Total)	3868.02	100

Para tanto, foi essencial analisar a Figura 71 e Tabela 30, para constatar que na malha urbana ainda há áreas verdes e que muitas destas poderiam ser

utilizadas pela prefeitura para uso público, pois seria uma maneira de preservar a vegetação ainda existente no município.

TABELA 30 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA COBERTURA VEGETAL NA ÁREA URBANIZADA

Cobertura Vegetal	Área (Hectares)	% da Área Total
Cobertura Vegetal (Pública e Privada)	273.52	7,07
Área Urbanizada (Total)	3868.02	100

Analisando as Figuras 72 e 73 resultante da metodologia adotada, verifica-se que segundo o que a imagem satélite registrou como vegetação (arbórea densa e nativa pública e privada), dentro da malha urbana do município (Tabela 32), corresponde apenas 7,36%, tendo o restante outras coberturas onde poderiam estar sendo inseridas outros tipos de vegetação em alguns casos.

TABELA 32 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS E DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SOBRE CADA COBERTURA DO SOLO – IMAGEM SATÉLITE

Cobertura do Solo	Área (Hectares)	% da Área Total
Água	0.45	0,01
Vegetação Rasteira	0.90	0,02
Solo Exposto	0.36	0,01
Mata Nativa	0.42	0,01
Vegetação Arbórea	10.93	0,28
Pasto	3.69	0,10
Vegetação Paludosa	4.99	0,13
Urbanização – Solo Exposto	18.43	0,48
Cobertura Vegetal – Área Privada	273.52	7,07
Área Urbanizada (Total)	3868.02	100

Diante desse contexto, nota-se que ainda existem fragmentos de vegetação esparsos pela malha, mas mesmo sendo em pequena quantidade, devem ser preservados e resgatados em alguns casos pela Prefeitura, para torná-los de uso público, bem como a implantação de novas áreas verdes nos loteamentos que ainda não dispõem deste uso, amenizando desta forma também a ilha de calor. Assim, de acordo com a revisão bibliográfica, verifica-se que em

Americana não ocorre muita incidência de ventos o que aumenta a concentração de poluentes e o aumento da temperatura na área urbana, ou seja, a formação de ilhas de calor causadas pela impermeabilização do solo, tanto pelas construções como pavimentações, bem como a falta de umidificação do ambiente, o que causa desequilíbrio no ecossistema da região.

Portanto, o aumento das áreas verdes de uso público no município de Americana é de extrema importância, e devem ser compostas por praças e principalmente por parques, visto que o município dispõe apenas de um (parque ecológico, mas na realidade este é um parque zoológico). Tais parques devem ser destinados ao lazer e recreação da população onde a mesma tem a possibilidade de quebrar a monotonia e combater o estresse causado pela agitação dos centros urbanos e permanecer em convívio direto com a natureza, contribuindo assim para o microclima.

6.11. RISCOS DE INUNDAÇÃO

Através do resultado obtido (Figura 74), foi possível analisar que o município de Americana dispõe de muitas áreas de várzea e, portanto propícias às inundações.

Nesse sentido, as áreas mais próximas aos cursos d'água e as áreas planas que não possuem um apropriado sistema de drenagem urbana, são áreas de inundação imediata e somadas à ampliação de áreas impermeáveis devido ao crescimento urbano que repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecem o escoamento superficial, arrastando pelas enxurradas (devido a ineficiência e quantidade das "bocas de lobos"), lixo que contribui para o aumento das inundações, bem como a maiores impactos à urbanização.

Nota-se, também, que com o aumento das retificações e canalizações dos córregos (principalmente em pontos críticos), conforme Figura 75, esse tipo de solução segue a visão particular de apenas um trecho da Bacia, sem que as conseqüências sejam previstas para o restante da mesma ou dentro dos diferentes horizontes de ocupação urbana. Desta maneira a canalização dos pontos críticos acaba apenas transferindo a inundação de um lugar para o outro na Bacia, ou seja, à jusante.

Outro fator responsável pelas inundações em Americana é a mudança de uso do solo (exemplo Apêndice 2, p.181), que afeta o funcionamento do ciclo hidrológico, agravando ainda mais o impacto pelas inundações, demonstrados na Figura 76, bem como a mudança de zoneamento no decorrer das décadas, conforme descrito na revisão bibliográfica (4.3. Urbanização de Americana, p. 35), onde, conseqüentemente, a infra-estrutura não acompanhou as rápidas mudanças acarretando, assim, uma superutilização das redes e também uma maior impermeabilização do solo, aumentando as inundações.

As inundações ocasionadas pela impermeabilização do solo que já ocorrem em elevado grau no município, irão aumentar, visto que não há mais a obrigatoriedade de se manter uma pequena parte do terreno permeável na

área urbana, segundo uma nova lei que altera a atual de uso e ocupação do solo de acordo com o jornal “O Liberal” do dia 20/02/2002.

O aumento das áreas impermeáveis contribuirá também para o aumento das ilhas de calor no município, o que elevará ainda mais a temperatura.

Assim, uma das principais conseqüências do desenvolvimento urbano em Americana é também a redução da vazão dos rios no período de estiagem, visto que já foi preciso o DAE (Departamento de Água e Esgoto de Americana), fazer uma barragem com pedras no rio Piracicaba para poder captar água para o abastecimento da população local e com o aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo, os aquíferos não serão mais abastecidos, reduzindo assim a capacidade do rio.

Esse cenário demonstra que as leis existem, mas devem ser utilizadas pelo poder público com a finalidade de ordenar o território, sem interesses apenas políticos, mas com a capacidade de garantir melhores condições ambientais à população e respeitando as características físicas naturais da bacia hidrográfica, ou seja, respeitando a capacidade de suporte do território.

6.12. PROCESSO MITIGATÓRIO

Com base na análise dos cenários propostos, verificou-se que muitas áreas ocupadas pelo processo de urbanização estão impactadas e devem, portanto, ter prioridade na execução de uma intervenção política para reverter o processo de degradação.

Tanto os dados básicos quanto o resultado da análise ambiental, constituem importante subsídio para a elaboração de um plano de manejo.

Assim, diante da realidade local, fêz-se necessário elaborar medidas mitigatórias para o enfrentamento dos impactos ambientais gerados pela ocupação inadequada do meio físico do município de Americana, bem como para as áreas ainda não impactadas, garantindo a compatibilização dos usos com a capacidade de suporte de cada área.

A elaboração das medidas mitigatórias deverá ser precedida de um Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental, no qual diferentes atores tenham consciência da sua necessidade.

Neste contexto, o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental deverá aplicar dispositivos normativos e implementar políticas públicas voltadas a efetivar os objetivos de cada medida mitigatória, garantindo às gerações futuras uma cidade onde o homem e a natureza possam conviver em harmonia.

Assim, a partir da metodologia adotada, chegou-se no resultado demonstrado na Figura 77, onde foi possível analisar o Zoneamento Ambiental por Área de Planejamento (Figura 66), o qual foi reclassificado e separado por área (fácil leitura), conforme demonstrado pelas Figuras 78 a 80 e o restante demonstrado em Apêndices 16 a 23, p. 193 a 200), com o objetivo de controlar e melhor adequar a apropriação dos usos com as medidas mitigatórias condizente a realidade local e o Zoneamento Ambiental para evitar problemas ambientais futuros, garantindo assim o desenvolvimento sustentável.

Realizadas as diretrizes para os impactos ambientais pontuais devido ao processo de urbanização, deve-se estabelecer medidas de controle de inundações, em função da característica do rio e de seu entorno, as quais deverão estar contidas num zoneamento e incorporado no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Americana, sendo que o processo de controle deve se iniciar pela regulamentação do uso do solo urbano.

Assim, é necessário implementar medidas que contenham o ordenamento do uso do solo para impedir que o processo de degradação pela urbanização ocupe áreas restritivas (áreas de proteção e preservação e áreas com severas restrições) do ponto de vista ambiental na área de expansão urbana, visto que nestas áreas é que se concentra a maioria da vegetação nativa do território, bem como a carência do município em relação a parques e o grande número de habitantes num território de pequena dimensão (134Km²).

Para isso, deve-se propor nas áreas restritivas e com alta erosão (exceto nas áreas sem restrição e média restrição) da área de urbanização controlada, (AUC) da uma área ser próxima a um manancial e por ser uma área com impactos ambientais sobre os corpos d'água através sobretudo da erosão do solo e da poluição da atividade agrícola, tendo um parque ecológico, em razão da predominância do cultivo da cana (Figura 81).

Segundo LEITÃO FILHO (1989), o parque ecológico é uma unidade física, que atende a um público diversificado e que tem por objetivos: a preservação do maior número de espécies vegetais e nativas; o estabelecimento de um banco de conservação genética pelo cultivo destas espécies, que poderão vir a ser matrizes para estudos específicos; o estabelecimento de áreas comunitárias de lazer envolvendo todas as faixas etárias; o estabelecimento de área específica para a educação ambiental, com trilhas ecológicas, plantios comunitários, cursos rápidos de jardinagem, conservação de sementes arranjos florais etc.; material didático sobre o meio ambiente; área para abrigar pesquisas; manutenção de atividade de produção de mudas para atendimento interno e para implantação de projetos externos; infra-estrutura técnica para várias áreas do conhecimento que se preocupam com o meio ambiente: botânica, ecologia,

controle da poluição, recuperação de áreas degradadas, bem como deverá ter uma estrutura física com jardim botânico, horto de plantas medicinais, arboreto, lanchonetes, sanitários e toda infra-estrutura que um parque deva conter para receber a população, garantindo assim a questão cultural, arquitetônica (preservação das casas da usina, conforme Figura 82), ambiental, recreativa mas, acima de tudo, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema.



FIGURA 82— SOBRADO VELHO: CASAS DA USINA.

FONTE: ARQUIVO PESSOAL/2000.

Já para as áreas que se encontram urbanizadas, mas que dispõem ainda de um potencial para preservação, bem como as áreas consideradas zona urbanizável (ZU), deve-se propor um parque urbano (Figura 81), com introdução de novas espécies vegetais, que segundo KLIASS (1993), são espaços públicos com dimensões significativas e predominância de elementos naturais, principalmente cobertura vegetal, destinados à recreação. Desta maneira será possível garantir a melhoria do microclima, bem como contribuir para a amenização da ilha de calor e assegurar a preservação dos recursos naturais.

7. CONCLUSÕES

O uso do Sistema de Informações Geográficas e do Sensoriamento Remoto permitiu a avaliação ambiental de dados obtidos por diferentes mapas temáticos que aliados aos conhecimentos adquiridos com pesquisas sobre o processo de ocupação urbana de Americana, permitiram a Tomada de Decisão, auxiliando no processo de gestão ambiental e territorial.

Deve-se enfatizar a importância do procedimento de análise para a identificação e caracterização dos alvos que apresentam caráter dinâmico, como é o caso, por exemplo, do uso da terra, a qual permitiu o agrupamento dos *pixels* para separar o urbano, ou seja, adotou-se uma metodologia específica, visto a importância deste para o estudo em questão, bem como a falta de referências bibliográficas sobre esse tema.

Com o aumento populacional, as pressões sobre o meio ambiente tornaram-se maiores. Com isso, há necessidade de que o uso do meio natural ocorra dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável para que as gerações futuras, não sejam prejudicadas. Desta maneira, o Sistema de Informações Geográficas, constitui um instrumento fundamental de suporte à decisão, com estas finalidades. Essa informação é acessível e de fácil entendimento, bem como a interação entre comunidade e o poder político, na construção dos possíveis cenários relevantes ao futuro e são muito importantes para auxiliar os tomadores de decisões.

Desta maneira, resultados encontrados para a análise dos impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização em Americana, SP, permitiram concluir que a falta de um planejamento ambiental integrado ao planejamento territorial é a principal causa da degradação ambiental decorrente da urbanização acelerada e desordenada.

O rápido crescimento urbano, associado à Industrialização, ao desmatamento, às condições pedológicas, geológicas, geomorfológicas e climáticas com

chuvas concentradas em poucos meses, têm sido responsável pelos vários impactos ambientais.

Muitos dos impactos podem ser minimizados com a questão das áreas verdes nas cidades, pois embora a vegetação isoladamente não tenha o poder de alterar significativamente a qualidade de vida urbana, sua eficiência na preservação e recuperação das condições ambientais é reconhecida.

Neste contexto, torna-se fundamental, o papel do poder público visto que os espaços livres públicos, como os canteiros centrais de avenidas, as praças e parques urbanos, possuem parte da cobertura vegetal de uma cidade e estão mais protegidos contra interferências do que os espaços privados, pois estão sujeitos à substituição por áreas construídas e impermeabilizadas.

Faz-se necessário, portanto, o envolvimento da sociedade com a administração pública para o estabelecimento de critérios de implantação e preservação das áreas verdes e da arborização urbana, assim como a realização de um planejamento integrado no sentido de compatibilizá-las com os elementos que compõem o município.

Através da metodologia adotada, os resultados obtidos contemplam ações estratégicas cabíveis à área de estudo, o que indica a necessidade de empregar o zoneamento ambiental como instrumento de ordenamento territorial em estreito relacionamento com o sistema de legislação, formulando e implementando um rigoroso processo de fiscalização, de modo que o poder público bem como outros “atores” envolvidos possam realizar uma intervenção no meio físico de forma racional e direcionada para a conservação do meio ambiente.

Neste sentido, as políticas ambientais devem consolidar como premissas, o estilo a ser adotado pelos gestores na condução do ordenamento territorial proposto, relacionado ao Plano Diretor.

A administração pública e a associação representativa da comunidade deverão subsidiar o Plano Diretor, o qual deverá ser discutido em audiências públicas, tornando-o participativo.

Desta forma, considera-se a utilização dos instrumentos de apoio à decisão, imprescindíveis ao planejamento ambiental, pois este trabalho demonstrou que a utilização do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas para estudos dessa natureza é viável, possibilitando o trabalho de levantamento e análise dos dados, bem como a obtenção de informações importantes para ações de planejamento urbano e ocupação do espaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. **Planejamento Ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2 ed. Rio de Janeiro: Thex Ed: Biblioteca Estácio de Sá, 1999. p.180.

AMERICANA (Município). **Informativo Sócio-Econômico de Americana**, 2001, p. 07.

AMERICANA (Município). **Lei nº176, de 27 de Julho de 1948**. Dispõe sobre zoneamento urbano. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Antônio Pinto Duarte.

AMERICANA (Município). **Lei nº534, de 29 de Maio de 1963**. Dispõe sobre loteamentos e dá outras providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Cidélío Medon, vice-prefeito.

AMERICANA (Município). **Lei nº539, de 28 de Junho de 1963**. Dispõe sobre construções criadas, estabelecendo na zona central e dá outras providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Cidélío Medon, vice-prefeito.

AMERICANA (Município). **Lei nº786, de 26 de Dezembro de 1966**. Dispõe sobre modificação de normas urbanísticas para os loteamentos, para o zoneamento e para as construções no município de Americana. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Dr. João Baptista de Oliveira Romano.

AMERICANA (Município). **Lei nº1013, de 24 de novembro de 1969**. Dispõe sobre alteração de dispositivos de lei nº786 de 26 de dezembro de 1966 . Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Abdo Najar.

AMERICANA (Município). **Lei nº1098, de 14 de Setembro de 1970**. Instituiu o Plano Diretor de desenvolvimento do município de Americana e dá outras providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Abdo Najar.

AMERICANA (Município). **Decreto de lei nº606/73**. Define o uso do solo zoneando todos os tipos de atividades que serão tolerados ou incentivados em cada uma das zonas do município, de acordo com a lei nº1096, de 15 de setembro de 1970 do PDDI . Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Ralph Biasi.

AMERICANA (Município). **Lei nº2212, de 18 de Maio de 1988**. Dispões sobre o parcelamento e o aproveitamento do solo no território do município e dá outras providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Carrol Meneguel.

AMERICANA (Município). **Lei nº2264, de 15 de Dezembro de 1988**. Dispões sobre o uso e a ocupação do solo no território do município e dá providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Carrol Meneguel.

AMERICANA (Município). **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de 1999**. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal - Executivo - Dr. Wlademar Tebaldi.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. Rio de Janeiro: Lumem Júris, 1998.

ANDRADE T. A.; LODDER, C. A. **Sistema Urbano e Cidades Médias no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora IPEA / INPES, 1979.

BERTONI, J.; LOMBARDO NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Coleção Brasil Agrícola, Ícone, 1990.

BIANCO, J. **Americana, edição histórica**. Americana, São Paulo: Editorial Focus LTDA, 1975.

BRUCK, E. C. *et al.* Proposta para um gerenciamento de áreas verdes. **Revista Silvicultura em São Paulo**, v. 16 A, parte 3. p. 1900-1906, 1982.

BRYAN, A.S. **Americana, sua história**. Americana: s/e, 1967.

BUENO, C. L. **Estudo da Atenuação da Radiação Solar Incidente por Diferentes Espécies Arbóreas**. 1998, Dissertação (Mestrado em Saneamento) – Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.

CALDEIRA, H. S. **Classificação temática de áreas litorâneas**: uma contribuição metodológica. 1994, Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

CALDEIRA, J. N.: **As Nossas Riquezas; município de Villa Americana**. São Paulo: Empresa Commercial e de Propaganda Brasil, 1930.

CÂMARA, G. *et al.* **Introdução a Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em 29 Ago.2001.

CARRILHO, J. M. Z. F. **Detecção de mudanças da cobertura do terreno em uma região do cerrado**. 1996, Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

CARUSSO, C., QUARTA, F. **Interpolation methods comparison**. Computers Math. Applic., v.35, n.12, 1998.

CAVALHEIRO, F. ; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos. Objetivos e diretrizes para o planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...Vitória: Sociedade brasileira de Arborização Urbana**, 1992. p. 29-37.

CAVALHEIRO F. *et al.* Proposição de terminologia para o verde urbano. *In: Boletim Informativo da Sociedade brasileira de Arborização Urbana*, 1999, Rio de Janeiro, n. 3, p. 3.

CREPANI, E. **Princípios Básicos de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos:INPE, 1983.

DÉAK, C. ; SIHIFTER, S. R. **O Processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora USP – Universidade de São Paulo, 1999.

DENÉGRE, J. Technological progress in geographical research: recent developments in satellite remote sensing and geographical information systems. **Mapping Sciences and Remote Sensing**, 1994. p. 3-12. *In: SANTOS, R. F. et al.* Planejamento Ambiental e Sistemas de Informação, Caderno de Informações Georreferenciadas-CIG, Campinas, v. 1, n. 2, art. 2, ISSN 1415-5869, 1997. Disponível em: <http://orion.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n2a2.html>. Acesso em 20 out.2001.

DURIGAN, G. **Florística, fitossociologia e produção de folhedo em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo**. 1994 (Tese de Doutorado). Instituto de Biologia - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 149p. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/ciliar/sp/recomp>. Acesso em 16 Jun.2002.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for windows: Introdução e exercícios tutoriais**. Editores da versão em português, Heinrich Hasenack e Eliseu Webwe. Porto Alegre, UFGS Centro de Recursos Idrisi, 1998.

_____. **Guide to GIS and Image Processing**. Massachusetts: Clark University, v.2, 2001.

EIA/RIMA (ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL). **Usina de Energia Carioba II** – Consórcio CPFL/InterGen/Shell. ERM – *Environmental Resources Management*, CD-ROM, 2001.

EDUARDO, C. Nova lei pode aumentar as inundações. **O Liberal**, Americana, 20 Fev. 2002, Uso do Solo, Caderno Cidades, p. 3.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem numérica de terreno**. In: CÂMARA G. *et al.* (2001). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.Br/Gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em 29 Ago.2001.

FENDRICH, R. *et al.* **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. São Paulo: Ibrasa. Curitiba, 1991.

EMPLASA (EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. **Por dentro da região Metropolitana de Campinas**. CD-ROM, 2000.

FIGUEREDO, P.J.M. **Sustentabilidade Ambiental: Aspectos conceituais e questões controversias**. Texto publicado por ocasião da palestra “Noções de Sustentabilidade e Meio Ambiente”, proferida em 19/07/2001, em Brasília, a convite do Ministério da Educação, como parte do “Programa Conheça a Educação”. Brasília, 2001.

GERARDI, L. H. O. Utilização da terra nos municípios de Americana e Nova Odessa, **Caderno de Geografia Econômica**, n.11: Instituto de Geografia/USP, São Paulo,1972.

GOBBO, C. **Preservando Nossa História**. Americana: Editora Heloísa C. Pavan, 1999.

GUERRA, A. J. T.;CUNHA, S. B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GURTLER, S. **Mapeamento e análise da distribuição de áreas verdes urbanas do município de Americana-SP**. 2000, Trabalho de Conclusão de

curso (Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

HASENACK, H. *et al.* **Análise de Vulnerabilidade de um Parque Urbano, através de Módulos de Apoio à Decisão em sistemas de Informação Geográfica.** Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/artigos>. Acesso em 12 Jun.2001.

IAC (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS). **Mapa Semidetalhado dos Solos do Estado de São Paulo:** Campinas, 1977.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Anuário Estatístico do Brasil,** 1982.

_____. **Censo Demográfico,** 1991 – 2000.

IG (INSTITUTO GEOLÓGICO). **Diagnóstico do meio físico da média bacia do rio Piracicaba para fins de gestão ambiental.** São Paulo: Instituto Geológico, Boletim 13, ISSN0100431X, 1996.

IGC (INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO). **Atlas de Imagens das sedes de regiões de governo e imediações,** 2000. *In:* EMPLASA, Por dentro da região Metropolitana de Campinas, CD -ROM, 2002).

IPPOLITI-RAMILO, G. A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de cultura de verão.** 1999, Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

IPT **.Características do meio físico como subsídio ao planejamento territorial aplicado às Bacias dos rios Piracicaba e Capivari,** 1992, p. 2.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985. p.244.

LANDIS, J. R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, 1977, p. 159-174.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. New York, Wiley, 1994. p. 585-618.

LIMA, R. H. C. **Geotécnica da região de Americana-SP utilizando sondagens à percussão de simples reconhecimento**. 1997. Dissertação (Mestrado em geociência e meio ambiente), UNESP Rio Claro.

LIMA, A. M. L. P. *et al.* Problemas de utilização na conceituação de termos com espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, II, 1994, São Luiz. **Anais...**São Luis, 1994. p. 539-550.

LIMA, A. W. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L.M. (coord.) SIMPOSIO SOBRE MATA CILIAR. Campinas, SP, 1989. **Anais**. Fundação Cargill. p.25-42.

LORUSSO, D. C. S. Gestão de áreas verdes urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...**Vitória: Sociedade brasileira de Arborização Urbana, 1992. p. 105-118.

MACEDO, R. K. **Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas**. Rio de Janeiro: ABES:AIDIS, 1994, p.284.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 1992. p. 36-39.

MILANO, M. S. Arborização Urbana. In: **Apostila do curso sobre arborização urbana**. Universidade Livre do Meio Ambiente. Curitiba, 1995.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

MORELLI, D. **Americana em um século – a evolução urbana de uma cidade industrial de porte médio**, FAU – USP, 1999.

MORENO, J. **Análise da organização e dinâmica das condições ambientais e urbanas face uma nova ordem econômica**: Piracicaba e seu entorno. 2000. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos.

MORENO, J. **Geoprocessamento como Instrumento de Análise e Gestão do Território**. Santa Bárbara D'Oeste: Apostila Didática, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção: Área de Concentração. Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, 2001.

MORENO, J.; LITHOLDO, T. Gestão Ambiental: utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) na implantação de um zoneamento para atividades industriais no município de Piracicaba, **Ciência & Tecnologia**, Desenvolvimento do Produto: global e cooperativo: UNIMEP, Piracicaba, v. 8, n. 16, p. 98, ISSN 0103-8575, dez. 2000.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. São Paulo: Blucher, 1992.

ODUM, E.P. *Ecology: A Bridge Between Science and Society*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1997. In: FIGUEREDO, P.J.M Sustentabilidade Ambiental: Aspectos conceituais e questões controversias. Texto publicado por ocasião da palestra “Noções de Sustentabilidade e Meio Ambiente”, proferida em 19/07/2001, em Brasília, a convite do Ministério da Educação, como parte do “Programa Conheça a Educação”. Brasília, 2001.

OLIVEIRA, E. X.G. “Indústria”. In: SILVA, S. Brasil: **Uma Visão Geográfica nos Anos 80**. Rio de Janeiro: IBGE, 1988, p. 127-180. In: DÉAK, C. ; SIHIFTER, S. R. **O Processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora USP – Universidade de São Paulo, 1999.

PAGOTTO, E. L. **Análise Ambiental das Áreas de Expansão Urbana da Cidade de Rio Claro, com o auxílio de dados de Sensoriamento Remoto.**

1994. Trabalho de Formatura (Instituto de Biociências), UNESP Rio Claro.

PEREIRA, G.; CARVALHO, S. O uso do SIG em Planejamento e Gestão Urbana nas grandes cidades brasileiras. *In: Anais do Congresso Gis Brasil 1999/CD ROM*, Salvador.

PHILLIPIPS, T. L.; SWAIN, T. H. **Data processing methods and systems**, 1988. *In: WEBER, E.; HASENACK, H. Análise de Alternativas de Traçado de um Gasoduto, utilizando Rotinas de Apoio à Decisão em SIG.* Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/artigos>. Acesso em 12 Jun.2001.

PITT, D. *et al.* Trees in the city. **In nature in Cities: the natural environment in the design and development of urban green spaces.** Chichester: I. C. Lourie (Ed.). John Wiley & Sons, 1988.

PUGLIESI, E. A. *et al.* Vetores de Crescimento Urbano: Análise Espaço – Temporal através da Integração de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica. *In: Anais do Congresso Gis Brasil 2000/CD ROM*, Curitiba.

RANIERI, S. B. L. **Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica, utilizando o sistema de informação geográfica (SIG).** 1996. Dissertação (Mestrado), Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC – USP, São Carlos.

REZENDE, U. **Planejamento Urbano e Ideologia.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982. p.126.

SANTOS, R. F. *et al.* Planejamento Ambiental e Sistemas de Informação, **Caderno de Informações Georreferenciadas-CIG**, Campinas, v. 1, n. 2, art. 2, ISSN 1415-5869, 1997. Disponível em: <http://orion.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n2a2.html>. Acesso em 20 out.2001.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº4771, de 15 de Setembro de 1965** alterada pela Lei nº4771, de 18 de Julho de 1989. Dispõe sobre Código Florestal. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

SÃO PAULO (Federal). **Lei nº6766, de 19 de Dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Autor do projeto de lei, João Figueiredo, Presidente da República.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade brasileira de Arborização Urbana, 1992. p. 15-28.

SCHOWENGERT, R. A. ***Techniques for image processing and classification in remote sensing***. New York, Academic, 1983.

SERRA, G. **O espaço natural e a forma urbana**. São Paulo: Livraria Nobel S. A., 1987. p.211.

SILVA, J. A. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 3. ed. São Paulo: Malheiros, 2000. p. 26; 131-143.

SIMÕES, L. B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias**. 2001.Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu.

SOUZA, M. L. S. **Mudar a Cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

SPANHOL, F. A. *et al.* Contribuição das Geotecnologias ao Planejamento Urbano/Ambiental – um estudo de caso: bairro Guarujá/Cascavel-PR. *In*: **Anais do Congresso Gis Brasil 1999/CD ROM**, Salvador.

SPIRN, A. W. **O Jardim de Granito**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995.

SWAIN, P. H.; DAVIS, S. M. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, Mc Graw Hill. In: WEBER, E.; HASENACK, H. **Análise de Alternativas de Traçado de um Gasoduto, utilizando Rotinas de Apoio à Decisão em SIG**. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/artigos>. Acesso em 12 Jun.2001.

TESTA, V. **Disciplina Urbanística**. Giufrè: editora Milão, 1974. p. 6. In SILVA J. A. *Direito Urbanístico Brasileiro*. 3. ed. São Paulo: Malheiros, 2000.

WEBER, E.; HASENACK, H. **Análise de Alternativas de Traçado de um Gasoduto, utilizando Rotinas de Apoio à Decisão em SIG**. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/artigos>. Acesso em 12 Jun.2001.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – MAPA DO ZONEAMENTO DE 1948	180
APÊNDICE 2 – FOTO DO JARDIM IDEAL.....	181
APÊNDICE 3 – MAPA DE EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA	182
APÊNDICE 4 – MAPA DO ZONEAMENTO DE 1966	183
APÊNDICE 5 – MAPA DO ZONEAMENTO DE 1970	184
APÊNDICE 6 – MAPA DO ZONEAMENTO DE 1988	185
APÊNDICE 7 – MAPA DO ZONEAMENTO DE 1999	186
APÊNDICE 8 – MAPA DE INSOLAÇÃO.....	187
APÊNDICE 9 – GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 03.....	188
APÊNDICE 10 – GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 04.....	188
APÊNDICE 11 – GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 05.....	189
APÊNDICE 12 – GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 07.....	189
APÊNDICE 13 – GEORREFERENCIAMENTO DA BANDA 08.....	190
APÊNDICE 14 – REFLECTÂNCIAS ESPECTRAIS	191
APÊNDICE 15 – MATRIZ DE ERRO	192
APÊNDICE 16 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 4	193
APÊNDICE 17 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 5.....	194
APÊNDICE 18 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 6.....	195
APÊNDICE 19 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 7	196
APÊNDICE 20 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 8.....	197
APÊNDICE 21 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 9.....	198
APÊNDICE 22 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP 10.....	199
APÊNDICE 23 – PROCESSO DE MITIGAÇÃO AP AUC	200

APÊNDICE 9- GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 03: PONTOS DE CONTROLE.

Velho X	Velho Y	Novo X	Novo Y	Residual
8.796981	8.080832	264544.903076	7484905.407885	0.003841
9.019527	7.926906	268404.816352	7481764.972324	omitted
8.574166	8.121011	260231.179302	7486287.049937	0.003583
8.699584	7.860393	262025.047081	7481336.063076	0.004845
8.706983	8.222436	263154.791334	7487724.644378	0.001889
8.671325	8.301659	262564.538406	7489268.456699	0.003086
8.220341	8.080704	253364.061691	7486520.560815	0.002701
8.307285	8.236109	255399.118514	7489031.569267	0.002932
8.286601	8.185814	254879.022062	7488318.634487	0.004457
9.175006	8.078156	271954.487179	7483919.055036	0.003561
9.064696	8.530797	270877.917540	7492322.850123	0.003350
9.026891	8.412044	269787.194198	7490193.089170	0.004112
8.817186	8.477838	265871.734681	7492028.331377	0.001240
8.939183	8.446191	268181.951632	7491148.116488	0.001963
8.318760	7.760429	254509.572080	7480575.423931	0.002674
8.399578	8.299594	257315.303983	7489961.976545	0.000837

Erro de Georeferenciamento RMS = 0.003204 pixel

APÊNDICE 10- GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 4: PONTOS DE CONTROLE.

Velho X	Velho Y	Novo X	Novo Y	Residual
8.792995	8.078116	264544.903076	7484905.407885	0.004383
9.015181	7.928442	268404.816352	7481764.972324	0.004729
8.573556	8.120468	260231.179302	7486287.049937	0.003130
8.702921	7.862180	262025.047081	7481336.063076	omitted
8.708853	8.223421	263154.791334	7487724.644378	0.002588
8.670349	8.302244	262564.538406	7489268.456699	0.002387
8.222844	8.081750	253364.061691	7486520.560815	0.001134
8.306976	8.235446	255399.118514	7489031.569267	0.002253
8.287746	8.189431	254879.022062	7488318.634487	0.001875
9.174331	8.080019	271954.487179	7483919.055036	0.003196
9.065153	8.530723	270877.917540	7492322.850123	0.002138
9.027865	8.416297	269787.194198	7490193.089170	omitted
8.815823	8.478108	265871.734681	7492028.331377	0.000629
8.938418	8.447259	268181.951632	7491148.116488	0.000403
8.319968	7.760275	254509.572080	7480575.423931	0.001576
8.399952	8.299526	257315.303983	7489961.976545	0.001019

Erro de Georeferenciamento RMS = 0.002571 pixel.

APÊNDICE 11- GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 05: PONTOS DE CONTROLE.

Velho X	Velho Y	Novo X	Novo Y	Residual
8.798433	8.081066	264544.903076	7484905.407885	0.004678
9.011451	7.930937	268404.816352	7481764.972324	0.002220
8.573663	8.119125	260231.179302	7486287.049937	0.002923
8.698630	7.859201	262025.047081	7481336.063076	0.004433
8.707549	8.220512	263154.791334	7487724.644378	0.001291
8.670950	8.302511	262564.538406	7489268.456699	0.002588
8.220696	8.081335	253364.061691	7486520.560815	0.002753
8.308527	8.236435	255399.118514	7489031.569267	0.001837
8.296054	8.218202	254879.022062	7488318.634487	omitted
9.175141	8.078130	271954.487179	7483919.055036	0.002124
9.065385	8.531561	270877.917540	7492322.850123	0.002257
9.026323	8.413402	269787.194198	7490193.089170	0.005675
8.815250	8.477224	265871.734681	7492028.331377	0.002368
8.939694	8.445930	268181.951632	7491148.116488	0.002479
8.318728	7.761231	254509.572080	7480575.423931	0.002304
8.400083	8.299174	257315.303983	7489961.976545	0.001510

Erro de Georeferenciamento RMS = 0.003005 pixel.

APÊNDICE 12- GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 07: PONTOS DE CONTROLE.

Velho X	Velho Y	Novo X	Novo Y	Residual
8.797950	8.081200	264544.903076	7484905.407885	0.004894
9.013024	7.930136	268404.816352	7481764.972324	0.002527
8.574307	8.119972	260231.179302	7486287.049937	0.002592
8.700901	7.860491	262025.047081	7481336.063076	0.005096
8.704178	8.225383	263154.791334	7487724.644378	omitted
8.670941	8.302256	262564.538406	7489268.456699	0.002366
8.222239	8.081892	253364.061691	7486520.560815	0.002409
8.308391	8.236786	255399.118514	7489031.569267	0.002483
8.288718	8.190285	254879.022062	7488318.634487	0.001375
9.174710	8.078629	271954.487179	7483918.055036	0.003271
9.065281	8.530605	270877.917540	7492322.850123	0.001360
9.027252	8.417160	269787.194198	7490193.089170	omitted
8.816554	8.476819	265871.734681	7492028.331377	0.001217
8.938948	8.446544	268181.951632	7491148.116488	0.000564
8.320867	7.761558	254509.572080	7480575.423931	0.002513
8.399908	8.299380	257315.303983	7489961.976545	0.000893

Erro de Georeferenciamento RMS = 0.002725 pixel.

APÊNDICE 13- GEOREFERENCIAMENTO DA BANDA 08: PONTOS DE CONTROLE.

Velho X	Velho Y	Novo X	Novo Y	Residual
8.798212	8.076675	264544.903076	7484905.407885	0.000668
9.016894	7.926497	268404.816352	7481764.972324	omitted
8.573082	8.121621	260231.179302	7486287.049937	0.002911
8.698175	7.859658	262025.047081	7481336.063076	0.003386
8.709290	8.222568	263154.791334	7487724.644378	0.001949
8.670337	8.302218	262564.538406	7489268.456699	0.002179
8.210001	8.081218	253364.061691	7486520.560815	omitted
8.307779	8.235851	255399.118514	7489031.569267	0.003222
8.287195	8.186374	254879.022062	7488318.634487	0.003855
9.174144	8.078965	271954.487179	7483919.055036	0.002833
9.065418	8.530481	270877.917540	7492322.850123	0.002226
9.025091	8.408973	269787.194198	7490193.089170	0.001811
8.816202	8.476960	265871.734681	7492028.331377	0.001178
8.938537	8.446492	268181.951632	7491148.116488	0.000965
8.320017	7.760551	254509.572080	7480575.423931	0.002348
8.400233	8.299239	257315.303983	7489961.976545	0.000524

Erro de Georeferenciamento RMS = 0.002368 pixel.

