

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

**GEOPROCESSAMENTO COMO INSTRUMENTO NA  
IMPLEMENTAÇÃO METODOLÓGICA À ANÁLISE AMBIENTAL E  
TERRITORIAL NA ADEQUAÇÃO DO SOLO PARA O USO  
INDUSTRIAL - ESTUDO DE CASO:  
MUNICÍPIO DE AMERICANA, SP**

**CAROLINA BARACAT DO NASCIMENTO**

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO MORENO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO J. M. FIGUEIREDO

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2003

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

**GEOPROCESSAMENTO COMO INSTRUMENTO NA  
IMPLEMENTAÇÃO METODOLÓGICA À ANÁLISE AMBIENTAL E  
TERRITORIAL NA ADEQUAÇÃO DO SOLO PARA O USO  
INDUSTRIAL - ESTUDO DE CASO:  
MUNICÍPIO DE AMERICANA, SP**

**CAROLINA BARACAT DO NASCIMENTO**

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO MORENO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO J. M. FIGUEIREDO

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 a obtenção do Título Mestre em Gestão Ambiental e Energética.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2003

**GEOPROCESSAMENTO COMO INSTRUMENTO NA IMPLEMENTAÇÃO  
METODOLÓGICA À ANÁLISE AMBIENTAL E TERRITORIAL NA ADEQUAÇÃO  
DO SOLO PARA O USO INDUSTRIAL- ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE  
AMERICANA,SP**

**CAROLINA BARACAT DO NASCIMENTO**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 14 de março de 2003, pela  
Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. João Moreno

UNIMEP

Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo

UNIMEP

Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi

ESALQ - USP

Prof. Dr. Maria Cecília Nogueira Linardi

UNIMEP

Prof. Dr. Gilberto Martins

UNIMEP

A

Deus por ter me concedida mais uma vitória em minha vida.

Em especial

Aos meus pais Paulo Sérgio e Wenei, meus irmãos Robson e Paulo Henrique e ao meu amor Ricardo, por terem sabido compreender os momentos ausentes durante a realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível graças à somatória de esforços e colaboração de várias pessoas, às quais profundamente agradeço:

Ao professor Dr. João Moreno, meu orientador, pela orientação, confiança, amizade e sobre tudo, pela incansável dedicação à realização deste trabalho em todas as etapas.

Ao professor Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo, meu co-orientador, pela orientação e incentivo ao questionamento da ética ambiental.

Aos professores Dr. Carlos Alberto Vettorazzi e Dr. Rubens Angulo Filho, pela recepção e dedicação dispensada ao desenvolvimento deste trabalho.

À professora Dra. Maria Cecília Nogueira Linardi pelo apoio e amizade durante o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Dra. Marisa Carpintero pelo incentivo e amizade.

À professora Dra. Cristina Martins Fargetti pela revisão da língua portuguesa dispensada ao desenvolvimento deste trabalho e, sobretudo pela amizade.

À Secretaria da Pós-Praduação da FEMP, pelo apoio, e principalmente, pela amizade demonstrada pelas secretárias e bolsistas, Marta, Flávia, Daniele e Milene.

Aos técnicos do Laboratório de Informática de Arquitetura, pelo auxílio na realização da parte gráfica deste trabalho.

À Prefeitura Municipal de Americana pelo apoio no fornecimento de dados dispensada ao desenvolvimento deste trabalho

Às funcionárias da Biblioteca, que sempre se mostraram solícitas no pronto atendimento e colaboração.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

Não há produção que não seja produção do espaço,

Não há produção do espaço que se dê sem trabalho.

Viver, para o homem, é produzir o espaço.

Milton Santos

(1991)

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. OBJETIVOS .....	4
1.1.1. OBJETIVO GERAL .....	4
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>5</b>
2.1.1. LOCALIZAÇÃO.....	5
2.1.2. HIDROLOGIA .....	8
2.1.3. GEOMORFOLOGIA.....	11
2.1.4. GEOLOGIA .....	15
2.1.5. PEDOLOGIA.....	19
2.1.6. CLIMATOLOGIA .....	22
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>23</b>
3.1. O ESPAÇO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL NO BRASIL: CONCENTRAÇÃO E DISPERSÃO ... .....	24
3.2. O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP: PÓLO INDUSTRIAL TÊXTIL .....	39
3.3. SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA (SIG) APLICADOS EM ESTUDOS URBANOS .....	47
3.3.1. SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL .....	48
3.3.2. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) .....	51
3.3.3. ROTINAS DE APOIO À DECISÃO EM SIG .....	55
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>61</b>
4.1. MATERIAL .....	65
4.2. MÉTODOS .....	66
4.2.1. ELABORAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) .....	67
4.2.2. ELABORAÇÃO DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO .....	69
4.2.3. ELABORAÇÃO DA CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO.....	70
4.2.4. ELABORAÇÃO DO MAPA DE USO DO SOLO .....	73
4.2.5. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA IMPLANTAÇÃO DE ZONAS E/OU DISTRITOS INDUSTRIAIS.....	84
4.2.6. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: ZONEAMENTO AMBIENTAL .....	91
4.2.7. PROCESSO MITIGATÓRIO .....	96
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>105</b>
5.1. RESULTADO DA ANÁLISE DO MEIO FÍSICO .....	106
5.1.1. RESULTADO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) .....	106

5.1.2.	RESULTADO DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO .....	108
5.1.3.	RESULTADO DO MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO .....	113
5.1.4.	RESULTADO DA EXATIDÃO DO MAPEAMENTO DO USO DO SOLO .....	116
5.2.	RESULTADO DO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: ZONEAMENTO AMBIENTAL.....	
	.....	121
5.2.1.	PRIMEIRO CENÁRIO: IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO .....	135
5.2.2.	SEGUNDO CENÁRIO: ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI).....	142
5.2.3.	TERCEIRO CENÁRIO: POTENCIALIDADE À OCUPAÇÃO INDUSTRIAL.....	147
5.2.4.	QUARTO CENÁRIO: CONFLITOS URBANOS .....	154
5.3.	PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO À MITIGAÇÃO AMBIENTAL.....	161
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>168</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>171</b>
	<b>APÊNDICE A - .....</b>	<b>184</b>
	<b>APÊNDICE B - .....</b>	<b>188</b>
	<b>APÊNDICE C - .....</b>	<b>200</b>

NASCIMENTO, Carolina Baracat. ***Geoprocessamento Como Instrumento Na Implementação Metodológica À Análise Ambiental e Territorial Na Adequação Do Solo Para O Uso Industrial - Estudo De Caso: Município De Americana,SP***. 2003. 213 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Energética) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

## RESUMO

O processo de industrialização nas regiões metropolitanas, bem como em regiões que se encontram em metropolização, apresenta indícios de agravamento de uma crise social e ambiental. Reflexo de uma economia globalizada, que emerge novos padrões de organização do espaço geográfico, vem repercutindo na distribuição industrial e na transformação de cidades com funções transregionais em centros polarizadores de economia. Dentro desse contexto, o município de Americana-SP, inserido na Região Metropolitana de Campinas, se destaca como objeto de estudo de caso desta presente dissertação, devido ao processo intenso e acelerado de industrialização e urbanização, o qual revela conseqüências nocivas ao meio ambiente. Desta maneira, adota-se o uso das ferramentas de Geoprocessamento, em específico Rotinas de Apoio à Decisão, como instrumento que possibilita mitigar os impactos provocados por este processo, resolver objetivos conflitantes urbanos quanto ao uso do solo, bem como dar suporte à tomada de decisão. A utilização desta técnica aponta resultados relevantes quanto à importância da adoção de uma metodologia baseada em critérios ambientais para adequação do uso do solo para atividades industriais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impacto Ambiental, Industrialização, Sistema de Informações Geográficas (SIG), Potencialidades do Território.

NASCIMENTO, Carolina Baracat. ***Geoprocessamento Como Instrumento Na Implementação Metodológica À Análise Ambiental e Territorial Na Adequação Do Solo Para O Uso Industrial - Estudo De Caso: Município De Americana,SP***. 2003. 213 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Energética) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

### **ABSTRACT**

The industrialization process in metropolitan areas, as well as in areas in the process of a expansion, presents indications of aggravation of social and environmental crisis. This might well be a reflex of a globalized economy that materializes new patterns of geographical organization of the space and thus echoes in the industrial distribution and in the transformation of cities with previously transregional functions and now are being transformed into economic center polarizers. In this context, the municipality of Americana-SP, inserted in the Metropolitan Area of Campinas, stands out as this present dissertation's object of study, due to its intense and accelerated process of industrialization and urbanization, which reveals harmful consequences to the environment. In order to achieve this analysis, we used Geoprocessing tools, in particular the Routines of Decision Support, as an instrument that makes possible to alleviate the impacts caused by this process, to solve urban conflicting objectives related to the use of the soil, as well as to give support to decision making. The use of this technique shows relevant results insofar the adoption of a methodology based on environmental criteria for adaptation of the use of the soil for industrial activities is adopted.

**KEYWORDS:** *Environmental Impacts, Industrialization, Geographic Information System (GIS), Territory Potentialities.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Hierarchical Analytical Process
BMT	Bacia do Médio Tietê
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CAD	Computer Aided Design
CBH-PCJ	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
ERTS	Earth Resources Technology Satellite
EUPS	Equação Universal de Perda do Solo
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISSQN	Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza
MCE	Multi Criteria Evaluation
MDT	Modelo Digital do Terreno
OWA	Ordered Weight Average
PDDI	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
PEA	População Economicamente Ativa
PI	Plano de Informação
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
RMC	Região Metropolitana de Campinas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SR	Sensoriamento Remoto
TIN	Triangulated Irregular Network
TM	Thematic Mapper
UGRHI-5	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
VTI	Valor de Transformação Industrial
WLC	Weighted Linear Combination
ZMT	Zona do Médio Tietê

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO .....	007
FIGURA 02 – MAPA DO SISTEMA VIÁRIO: ACESSOS À ÁREA DE ESTUDO .....	007
FIGURA 03 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DOS CURSOS D' ÁGUA .....	009
FIGURA 04 – MAPA HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	010
FIGURA 05 – MAPA DA DIVISÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	011
FIGURA 06 – MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP...014	
FIGURA 07 – MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	018
FIGURA 08 – MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	021
FIGURA 09 – PARTICIPAÇÃO NO EMPREGO INDUSTRIAL: METRÓPOLE X INTERIOR .....	028
FIGURA 10 – ESTADO DE SÃO PAULO: DISPERSÃO INDUSTRIAL-EIXOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO.....	030
FIGURA 11 – FLUXOS MIGRATÓRIOS NUMERICAMENTE MAIS IMPORTANTES PARA CAMPINAS E REGIÃO – DÉCADA DE 70.....	032
FIGURA 12 – FLUXOS MIGRATÓRIOS NUMERICAMENTE MAIS IMPORTANTES A PARTIR DE CAMPINAS E REGIÃO.....	034
FIGURA 13 – GRÁFICO DEMONSTRATIVO DO SETOR TÊXTIL DE AMERICANA E REGIÃO.....	042
FIGURA 14 – GRÁFICO DE COMPENSAÇÃO.....	058
FIGURA 15 – FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES (PRIMEIRA FASE).....	063
FIGURA 15 <sup>A</sup> – FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES (SEGUNDA FASE).....	034
FIGURA 16 – MODELO DE GRADE REGULAR RETANGULAR E GRADE IRREGULAR TRIANGULAR .....	067
FIGURA 17– FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA ANÁLISE DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) .....	068
FIGURA 18– FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA ANÁLISE DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO .....	070
FIGURA 19 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO .....	072
FIGURA 20 – PROCESSAMENTO DE IMAGENS NO ESPAÇO DAS CORES (RGB - IHS).....	074
FIGURA 21 – ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA .....	080
FIGURA 22 – ÁREA INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA .....	081
FIGURA 23 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA GERAÇÃO DO MAPA TEMÁTICO DE USO DO SOLO .....	082
FIGURA 23 <sup>A</sup> – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA GERAÇÃO DO MAPA TEMÁTICO DE USO DO SOLO .....	083
FIGURA 24 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO.....	095
FIGURA 25 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NO PROCESSO MITIGATÓRIO.....	099
FIGURA 26 – PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI) DO MUNICÍPIO DE AMERICANA.....	100

FIGURA 27 – ÁREA DE OCUPAÇÃO INDUSTRIAL E URBANA DO MUNICÍPIO.....	101
FIGURA 28 – ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO.....	102
FIGURA 29 – ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA DO MUNICÍPIO .....	103
FIGURA 30 – ÁREAS DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO.....	104
FIGURA 31 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	107
FIGURA 32 – MAPA DE DECLIVIDADE PERCENTUAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	110
FIGURA 33 – MAPA DE INTERVALOS DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	111
FIGURA 34 – MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	112
FIGURA 35 – MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	115
FIGURA 36 – MAPA TEMÁTICO DE USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA- SP .....	119
FIGURA 37 – IMAGEM LANDSAT 7 ETM+ (ANO 2002) EM COMPOSIÇÃO FALSA COR - SISTEMA RGB (IHS 15 Mts) DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	120
FIGURA 38 – PADRONIZAÇÃO DO CRITÉRIO RESTRITIVO À GEOLOGIA PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	123
FIGURA 39 – PADRONIZAÇÃO DO CRITÉRIO RESTRITIVO À PEDOLOGIA PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	124
FIGURA 40 – PADRONIZAÇÃO DO CRITÉRIO RESTRITIVO À HIDROLOGIA (PORTARIA MINISTERIAL) PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	125
FIGURA 41 – PADRONIZAÇÃO DO CRITÉRIO RESTRITIVO QUANTO A HIDROLOGIA (CONAMA) PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA- SP.....	126
FIGURA 42 – PADRONIZAÇÃO DO FATOR DE INDUÇÃO INFRA-ESTRUTURA PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	127
FIGURA 43 – PADRONIZAÇÃO DO FATOR DE INDUÇÃO SUSCETIBILIDADE À EROSÃO PARA O MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	128
FIGURA 44 – PADRONIZAÇÃO DO FATOR DE INDUÇÃO DECLIVIDADE PARA MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	129
FIGURA 45 – HISTOGRAMA DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	132
FIGURA 46 – MAPA DE APTIDÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA- SP.....	133
FIGURA 47 – ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP...	134
FIGURA 48 – EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	137
FIGURA 49 – ZONAS INDUSTRIAIS 1 E 2 DO PLANO DIRETOR (PDDI) NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	137
FIGURA 50 – OCUPAÇÃO INDUSTRIAL DESORDENADA NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	138
FIGURA 51 – IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	139

FIGURA 52 – IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO NOS RECURSOS HÍDRICOS DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	141
FIGURA 53 – IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELAS POLÍTICAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	143
FIGURA 54 – GESTÃO AMBIENTAL: ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	149
FIGURA 55 – ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL (>20 HA) NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	152
FIGURA 56 – ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL (>20 HA) NAS ZONAS INDUSTRIAIS 1 E 2 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	153
FIGURA 57 – CONFLITOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	155
FIGURA 58 – RESOLUÇÃO DOS CONFLITOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	157
FIGURA 59 – ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL E URBANA / VEGETAÇÃO NATIVA NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	160
FIGURA 60 – ÁREA DE OCUPAÇÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	163
FIGURA 61 – ÁREA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP .....	164
FIGURA 62 – HISTOGRAMA DAS ASSINATURAS ESPECTRAIS.....	187
FIGURA 63 – LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP...	191
FIGURA 64 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES1 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	192
FIGURA 65 – ANÁLISE DA ÁREA 1.....	193
FIGURA 66 – ANÁLISE DA ÁREA 2.....	193
FIGURA 67 – ANÁLISE DA ÁREA 3.....	194
FIGURA 68 – ANÁLISE DA ÁREA 4.....	194
FIGURA 69 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES 2 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	195
FIGURA 70 – ANÁLISE DA ÁREA 5.....	196
FIGURA 71 – ANÁLISE DA ÁREA 6.....	196
FIGURA 72 – ANÁLISE DA ÁREA 7.....	197
FIGURA 73 – ANÁLISE DA ÁREA 8.....	197
FIGURA 74 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES 3 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	198
FIGURA 75 – ANÁLISE DA ÁREA 7.....	199
FIGURA 76 – ANÁLISE DA ÁREA 8.....	199
FIGURA 77 – ZONEAMENTO AMBIENTAL QUANTO À OCUPAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	201
FIGURA 78 – ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA EM AUC E ZU DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	202
FIGURA 79 – HIERARQUIZAÇÃO CELULAR DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL QUANTO À EXPANSÃO INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	203
FIGURA 80 – HIERARQUIZAÇÃO CELULAR DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL QUANTO À EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP.....	204

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – POPULAÇÃO RESIDENTE E TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL (1996/2000).....	006
QUADRO 02 – DISTRIBUIÇÃO DO PIB E DA PEA POR SETOR DE ATIVIDADE NO PERÍODO 1950/1990 (EM%).....	025
QUADRO 03 – PRINCIPAIS FLUXOS MIGRATÓRIOS INTRA-REGIONAIS .....	033
QUADRO 04 – ATIVIDADES ECONÔMICAS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA (1998/2000).....	044
QUADRO 05 – ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE CARGA ORGÂNICA E INORGÂNICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DE PIRACICABA.....	045
QUADRO 06 – CARACTERÍSTICAS ORBITAIS DO SISTEMA LANDSAT.....	049
QUADRO 07 – PRINCIPAIS APLICAÇÕES DAS BANDAS TM DO LANDSAT 5.....	050
QUADRO 08 – PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS QUE PODEM UTILIZAR SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	054
QUADRO 09 – MATRIZ DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO.....	071
QUADRO 10 – EXEMPLO DE MATRIZ DE ERRO.....	076
QUADRO 11 – QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO ASSOCIADA AOS VALORES DE KAPPA.....	078
QUADRO 12 – CLASSES DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERIZAÇÃO.....	079
QUADRO 13 – CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA SEGUNDO DECRETO ESTADUAL N°8468/76.....	088
QUADRO 14 – CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA SEGUNDO CONAMA N°020/86.....	089
QUADRO 15 – EXEMPLO DE MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA ENTRE OS FATORES USADOS NA DEFINIÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE.....	093
QUADRO 16 – EXEMPLO DE ESCALA DE AVALIAÇÃO CONTÍNUA COM 9 PONTOS UTILIZADO PELA MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA .....	093
QUADRO 17 – EXEMPLO DE PESOS CALCULADOS PARA CADA FATOR USADO NA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE .....	093
QUADRO 18 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AOS INTERVALOS DE DECLIVIDADE.....	108
QUADRO 19 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO.....	109
QUADRO 20 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO À SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO.....	113
QUADRO 21 – CLASSES DE COBERTURAS DO SOLO – CARACTERIZAÇÃO E ÁREAS.....	117
QUADRO 22 – MATRIZ DE ERRO E ÍNDICE KAPPA.....	118
QUADRO 23 – MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA ENTRE OS FATORES USADOS NA DEFINIÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE.....	130
QUADRO 24 – PESOS CALCULADOS PARA CADA FATOR USADO NA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE.....	130

QUADRO 25 – CRITÉRIOS E INTERVALOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS QUANTO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL .....	131
QUADRO 26 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL.....	132
QUADRO 27 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AO IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO.....	140
QUADRO 28 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AO IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELAS POLÍTICAS PÚBLICAS.....	142
QUADRO 29 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL.....	148
QUADRO 30 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ZONAS INDUSTRIAIS 1 E 2 .....	151
QUADRO 31 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM CONFLITO URBANO .....	156
QUADRO 32 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL E URBANA.....	158
QUADRO 33 – CÁLCULO DAS ÁREAS COM POTENCIALIDADE DE EXPANSÃO INDUSTRIAL E URBANA / VEGETAÇÃO NATIVA.....	159
QUADRO 34 – CÁLCULO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANEJAMENTO.....	162
QUADRO 35 – CÁLCULO DAS ÁREAS COM POTENCIALIDADE DE EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANEJAMENTO.....	162
QUADRO 36 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 1.....	165
QUADRO 37 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 5.....	166
QUADRO 38 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 11.....	167
QUADRO 39 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 03 .....	185
QUADRO 40 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 04 .....	185
QUADRO 41 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 05 .....	186
QUADRO 42 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 07 .....	186
QUADRO 43 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 08 .....	187
QUADRO 44 – DADOS QUANTITATIVOS DE INDÚSTRIAS POR SETORES DE PLANEJAMENTO.....	189
QUADRO 45 – RESULTADO ESTATÍSTICO MOLA 1.....	205
QUADRO 46 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 2.....	206
QUADRO 47 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 3.....	207
QUADRO 48 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 4.....	208
QUADRO 49 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 6.....	209
QUADRO 50 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 7.....	210
QUADRO 51 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 8.....	211
QUADRO 52 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 9.....	212
QUADRO 53 – PROCESSO MITIGATÓRIO NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 10.....	213

## **1. INTRODUÇÃO**

O processo de interiorização das indústrias da macro Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) para a Região Metropolitana de Campinas (RMC), no final da década de 70, desencadeou um processo de industrialização e urbanização, favorecendo para que a RMC atualmente se constitua no maior pólo econômico e tecnológico do país.

Esse processo de dispersão e concentração industrial, característico dos países desenvolvidos, teve como fator responsável a expansão econômica no interior do Estado (originada de atividades mercantis que por muito tempo se fundamentaram na agricultura e na agroindústria), bem como a abertura econômica para investimentos internacionais (década de 90).

Com uma economia brasileira voltada para a globalização, emergiram novos padrões de organização do espaço geográfico, repercutindo em uma nova distribuição da indústria paulista, pois os sistemas modernos de comunicação por fax e telefonia, infra-estrutura energética e vias modernas de transporte,

possibilitaram transformar pequenas cidades isoladas em centro polarizadores da economia brasileira, assumindo funções de comando transregionais.

Esse dinamismo econômico contribuiu para a formação da RMC, o qual revela um cenário contraditório, expresso, por um lado, pelas possibilidades de investimentos, e por outro lado, pela possibilidade de gerar uma crise sócio-ambiental. As cidades médias que compõem esta região passaram a conviver com problemas típicos de cidades grandes como: expansão de periferia, problemas de infra-estrutura, transporte, habitação, saúde, violência e pobreza urbana, revelando um padrão de crescimento bastante perverso. Por outro lado, essa demanda industrial gerou grandes potencialidades e oportunidades, em função da base produtiva (atividades modernas, centro de tecnologia de ponta etc.).

Sendo assim, a atividade industrial se caracteriza doravante responsável pelas transformações do espaço urbano, constituindo-se um fator de indução ao crescimento urbano, ao mesmo tempo um fator de conflito quando não são implantadas adequadamente.

Essa atividade antrópica tende a dominar o espaço urbano, pelo incremento de sua capacidade de transformar o meio físico natural em grandes áreas industriais impermeabilizadas, acompanhada de drásticas e irreversíveis mudanças no uso do solo, que geram em ritmo acelerado, calor, ruído, gases nocivos, despejos e resíduos, traduzindo-se na destruição dos recursos naturais e na degradação do meio ambiente.

É dentro deste contexto que o município de Americana-SP, focado neste estudo, se destaca pelas suas características de pequena cidade que teve um rápido crescimento urbano dadas a atividade têxtil e a dispersão industrial. Mas hoje vem enfrentando sérios problemas ambientais devido à falta de um planejamento de ordenamento do uso do solo a fim de conhecer a capacidade do território em suportar determinadas atividades industriais.

Analisando-se a política de implementação e desenvolvimento industrial por parte dos gestores públicos, pode-se perceber que a localização de áreas e/ou distritos industriais ocorreu sem nenhuma preocupação com o meio ambiente, apenas tendo em vista as questões de ordem econômica como: infra-estrutura próxima, quantidade e qualidade de água, mão-de-obra barata, serviços públicos, prestação de serviços, áreas residenciais nas proximidades e serviços de telefonia.

As conseqüências ambientais dessa política são imediatas, como: aumento de emissão de carga orgânica, da demanda por energia elétrica, de geração de resíduos e efluentes industriais. Com relação às modificações na apropriação espacial, os impactos ambientais ocorrem em áreas suscetíveis à erosão, em solos frágeis com alta vulnerabilidade de aquíferos e em áreas de preservação ambiental.

Portanto surge a necessidade de se criar um programa de gestão ambiental para este território em análise que vise racionalizar o espaço, bem como dar diretrizes ambientais de um re-ordenamento espacial das atividades industriais, através da adoção de uma metodologia de adequação do solo para o uso industrial.

Para esta análise utilizou-se das ferramentas de Geoprocessamento, em especial Rotinas de Apoio à Decisão, como instrumento que possibilitou mitigar os impactos provocados por este processo, resolver objetivos conflitantes urbanos quanto ao uso do solo, bem como dar suporte à tomada de decisão na elaboração de um zoneamento ambiental.

Este presente trabalho foi estruturado em 8 capítulos, sendo estes: Capítulo 1 – Introdução e Objetivos; Capítulo 2 – Caracterização da Área de Estudo; Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica; Capítulo 4 – Metodologia; Capítulo 5 – Resultados e Discussões; Capítulo 6 – Conclusões; e Capítulo 7 – Referências Bibliográficas.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho foi o desenvolvimento metodológico na adoção de um modelo de gestão ambiental para o território de Americana-SP, no que concerne à adequação do solo para o uso industrial, utilizando para esta análise as técnicas de geoprocessamento, tais como: Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR).

### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como suporte ao processo de tomada de decisão teve-se como objetivos específicos:

- Diagnosticar áreas impactadas pelo processo de industrialização no território de Americana-SP;
- Analisar as políticas públicas adotadas na gestão do território quanto à atividade industrial, e;
- Criar cenários que elucidem possibilidades para um ordenamento territorial.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A caracterização do meio físico permite uma avaliação das potencialidades dos recursos naturais, a identificação das áreas degradadas e impactadas, bem como diagnosticar a capacidade dos seus sistemas absorverem as intensas transformações a que estão submetidos.

### **2.1.1. LOCALIZAÇÃO**

O município de Americana está localizado na região centro-leste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas UTM 253Km a 277KmE e 7476Km a 7494KmN, inserida entre outras cidades da Região Metropolitana de Campinas, ao longo do eixo rodoviário Anhangüera – Bandeirantes. Apresenta uma mancha urbana consolidada, formando um contínuo com os municípios vizinhos: ao norte Limeira, a nordeste Cosmópolis, a oeste Santa Bárbara D'Oeste, ao sul Nova Odessa e a Leste Paulínia (Figura 01).

As vias de acesso ao município são: a linha férrea da FERROBAN, as rodovias Anhangüera (SP-310) e Luiz de Queiroz (SP-304) e o eixo viário oeste, que dá acesso ao município vizinho de Santa Bárbara D'Oeste (Figura 02). Dista 124Km por rodovia (142Km por ferrovia) da capital do Estado de São Paulo, no sentido noroeste, em direção ao interior.

Ocupa uma área de 133,9Km<sup>2</sup>, sendo 97,4Km<sup>2</sup> de área urbana e 27,5Km<sup>2</sup> de área não urbanizada, com 9Km<sup>2</sup> inundados pela Represa de Salto Grande. A população, estimada em 1999, era de 171.035 habitantes, sendo 99,9% na zona urbana e 0,1% na zona rural, resultando numa densidade demográfica de 1.277hab/Km<sup>2</sup> (GOBBO, 1999).

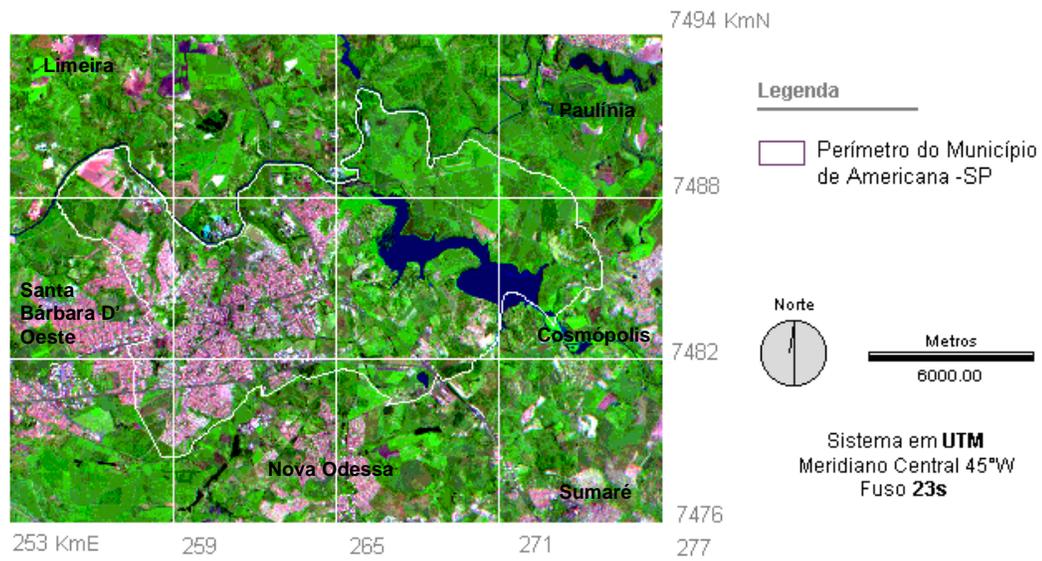
Segundo IBGE (2001), no ano de 2000, a população em Americana era de 181.650 mil habitantes, com uma população urbana de 167.945 mil habitantes e uma população rural de 434 habitantes, sendo que sua taxa de crescimento anual superou à da cidade de Campinas (Quadro 01).

*QUADRO 01 – POPULAÇÃO RESIDENTE E TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL – 1996/2000.*

Grandes Regiões, Unidades de Federação e Municípios	População Residente				
	Em 01.08.1996 (1)	T. de cresc. Anual (3) %	Em 01.08.2000 (2)		
			Total	Urbana	Rural
Brasil	157 070 163	1,93	169 544 443	137 697 439	31 847 004
São Paulo	34 119 110	2,02	36 966 527	34 529 142	2437385
Regi. de Campinas	2 094 596	2,73	2 333 022	2 264 665	68 357
Americana	167 945	2,04	182 084	181 650	434
Campinas	908 906	1,59	967 921	951 824	16097

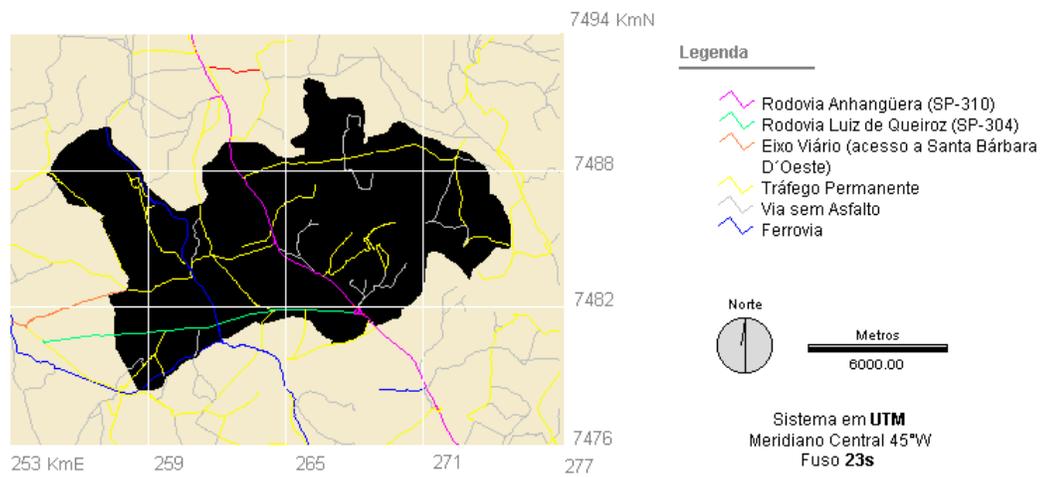
*FONTE: IBGE (2001).*

*(1) REDISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DE ACORDO COM A DIVISÃO TERRITORIAL VIGENTE EM 1º DE AGOSTO DE 2000. (2) RESULTADOS PRELIMINARES. (3) TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA DE INCREMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO RESIDENTE.*



**FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO.**

**FONTE: MORENO (2000 A)**



**FIGURA 02 – SISTEMA VIÁRIO: ACESSOS À ÁREA DE ESTUDO**

**FONTE: IBGE (1969)**

### 2.1.2. HIDROLOGIA

O município de Americana está localizado na 1ª Zona Hidrográfica do Estado de São Paulo, segundo a divisão da CETESB (1986), pertencendo à Bacia do Rio Piracicaba, situado na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI-5), pertencente à Diretoria de Bacia do Médio Tietê (BMT) do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP).

Segundo COELHO (1993), esta bacia possui uma área de drenagem de 12.400 Km<sup>2</sup>, constituída por três bacias de drenagem: rio Jaguari (4.400 Km<sup>2</sup> área de drenagem), rio Atibaia (2.650 Km<sup>2</sup>) e ribeirão Quilombo (5.350 Km<sup>2</sup>). O principal afluente do rio Piracicaba na área de estudo é o ribeirão Quilombo que corta o município no sentido N-S (Figura 04). O rio Piracicaba tem como formadores os rios Jaguari e o rio Atibaia, no qual está localizado o reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Grande.

Em relação à hierarquia fluvial, segundo LIMA (1997), a área de estudo apresenta cinco ordens, sendo o rio Piracicaba o de maior ordem e considerado como nível de base regional. Os rios Atibaia, Jaguari e ribeirão Quilombo são de 4ª ordem. Os principais afluentes do ribeirão Quilombo, que se encontram em maior porção no município, são caracterizados na maioria como de 3ª ordem, como por exemplo: os córregos do Parque, do Gallo e Pylles, localizados na zona urbana, e os córregos da Fazenda Santa Angélica e Fazenda Foguete, localizados na zona rural.

Quanto à classificação dos corpos d'água em relação ao uso da água, os recursos hídricos da área de estudo apresentam a seguinte classificação: o rio Atibaia como classe 4, o rio Jaguari como classe 2, o ribeirão Quilombo como classe 3 e o rio Piracicaba como pior que classe 4 (Figura 03)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Segundo o Sistema de Alerta a Inundação de São Paulo - SAISP (2002) e o Relatório Técnico do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá –CBH-PCJ (2002), as águas interiores do estado de São Paulo, estão classificadas em quatro classes, definidas pelo decreto-lei nº10.755/1977 que obedece aos padrões fixados pelo Decreto nº8.468/76. No



Figura 04 : Mapa hidrológico

### 2.1.3. GEOMORFOLOGIA

O mapeamento geomorfológico consiste na identificação e caracterização dos diferentes tipos de relevo (Unidades de Relevo), os quais permitem fornecer elementos para planejamento regional, avaliação de facilidades/dificuldades de urbanização, reconhecimento pedológico, classificação da capacidade de uso da terra e manejo agrícola, bem como as suscetibilidades à erosão e aos deslizamentos.

A área de estudo está inserida na Província Geomorfológica denominada de Depressão Periférica, localizada na Zona do Médio Tietê, enquadrada na Bacia do Rio Piracicaba, que deságua na porção média do Rio Tietê (Figura 05). Esta província se constitui em um dos compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo, correspondendo a uma faixa de direção NE-SW embutida entre as cuestas basálticas, a oeste, e pelo planalto cristalino atlântico a leste, com topografia predominantemente colinosa (IPT, 1981).

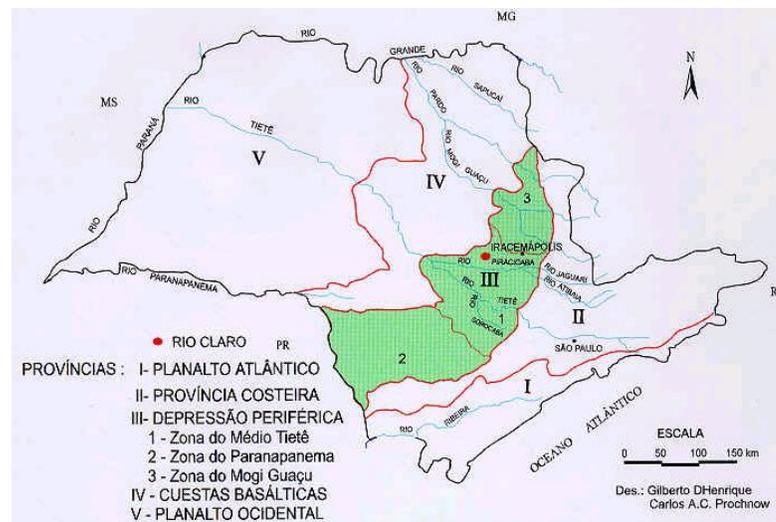


FIGURA 05 – MAPA DA DIVISÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

FONTE: <[HTTP://WWW.IGCE.UNESP.BR/IGCE/GEOGRAFIA/DEPRESSAO.HTM](http://www.igce.unesp.br/igce/geografia/depressao.htm)>,

ACESSADO EM 13/06/2002

Segundo o Instituto Geológico (IG, 1996) as unidades de relevo que compõem o município de Americana apresentam uma distribuição relativamente homogênea (Figura 06). Os tipos de relevo associados frente à Dissecação de Superfície Pd1 (Colinas Amplas e Médias; Colinas Médias e Pequenas; Colinas Pequenas) predominam na maior parte do território. Depois, em ordem decrescente em relação à porção do tipo da unidade de relevo, estão os associados à Superfície de Aplainamento Pd1 (Colinas Amplas; Colinas Amplas com Topos Horizontais) e os Erosivos Acumulativos associados às Rampas Pedimentares e às Planícies Fluviais (Planícies Aluviais e Planícies Colúvio Aluviais). Desta maneira, seguem as principais características geomorfológicas do território em análise:

- Colinas Amplas e Médias (Cam): apresentam colinas mistas subniveladas com topos amplos e convexos. Perfil de vertente contínuo e retilíneo. Planícies fluviais pouco desenvolvidas; terraços erosivos em vários níveis junto às drenagens dos rios Atibaia e Jaguari. Com relação à morfometria apresenta amplitude altimétrica que varia de 22m a 103m, com comprimento de rampa de 400m a 1650m.
- Colinas Médias e Pequenas (Cmp): apresentam formas dissecadas subniveladas com topos estreitos e convexos. Ocorrência restrita de depósitos fluviais. Sua amplitude altimétrica varia de 30m a 105m, com comprimento de rampa de 250m a 1250m. A altitude também varia de 550m a 632m e a declividade de 8,5% a 42%.
- Colinas Pequenas (Cp): apresentam formas dissecadas e subniveladas com topos estreitos e convexos, ressaltos em área de substrato granítico. Perfil de vertente contínuo e curto, convexo a retilíneo. Amplitude altimétrica que varia de 35m a 65m, com comprimento de rampa de 150m a 600m. A altitude também varia de 515m a 648m e a declividade de 10% a 43%.
- Colinas Amplas (Ca): apresentam formas onduladas subniveladas com topos amplos e convexos. Perfil de vertente contínuo e retilíneo. Vales

acumulativos na Sub-Bacia do Ribeirão Quilombo; erosivo-acumulativos junto às linhas de drenagem dos rios Atibaia e Jaguari; possuindo planícies fluviais ao longo das principais drenagens. Sua amplitude altimétrica varia de 25m a 115m, com comprimento de rampa de 500m a 2500m. A altitude varia de 545m a 588m e a declividade de 6% a 23%.

- Colinas Amplas com Topos Horizontais (Cath): apresentam formas subniveladas com topos amplos e sub-horizontais. Perfil de vertente contínuo, longo e retilíneo. Planícies fluviais pouco desenvolvidas. Sua amplitude altimétrica varia de 15m a 110m, com comprimento de rampa de 550m a 2400m. A altitude varia de 605m a 650m e declividade de 5% a 20%.
- Rampas Pedimentares (P): são rampas erosivas que ocorrem associadas aos vales dos rios Jaguari e Atibaia e formas de menor expressão (dendrítico) com menor inclinação ocorrem ao longo do vale do rio Jaguari. Com relação à morfometria, apresenta amplitude altimétrica que varia de 20m a 40m, com comprimento de rampa de 200 a 3200m. A altitude varia de 530m a 600m e declividade de 3,5% a 7,5%.
- Planícies Aluviais (Pal): possuem relevo de topografia pouco variada, horizontal ou de pequena inclinação, muitas vezes condicionados a elementos estruturais e formados por sedimentos aluviais, onde desenvolvem planícies de inundação principalmente na Sub-Bacia do Ribeirão Quilombo e margens erosivas ao longo dos rios Jaguari e Atibaia. A amplitude altimétrica que varia de menos de 5m a 20m e a declividade de 1% a 2%.
- Planícies Colúvio-Aluviais (Pac): possuem relevo de topografia pouco inclinada, originado da deposição mista de materiais detríticos acumulados na base das vertentes ora retrabalhados pela ação fluvial, e depósitos aluviais. Embora pouco expressivos, possuem ampla distribuição na área. Amplitude menor que 20m e declividade menor que 3%.

Figura 06: Mapa geomorfológico

#### 2.1.4. GEOLOGIA

A área de estudo situa-se na borda centro-leste da Bacia Sedimentar do Paraná, localizado dentro da Depressão Periférica do Estado de São Paulo e abrange três unidades geológicas principais: Diabásios do Jurássico-Cretáceo, as rochas do Sub-Grupo Itararé do Permiano-Carbonífero e os Depósitos Cenozóicos, sendo essas duas últimas unidades de maior porção no território.

Para uma interpretação geológica da área de estudo, utilizou-se o mapa geológico (Figura 07) elaborado pelo Instituto Geológico de São Paulo – IG (1996), onde foram identificados os diferentes tipos de rochas e suas relações (unidades litroestratigráficas).

Além desta pesquisa bibliográfica utilizou-se de outras referências, como o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, elaborado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-CPJ, 2002), da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 - UGRHI 5 - na qual o município de Americana se insere. Utilizaram-se também trabalhos de LIMA (1997) e FERNANDES & FERREIRA (1994). Desta maneira seguem as descrições litroestratigráficas do município de Americana:

- Depósitos Cenozóicos: estes depósitos estão divididos em duas categorias: depósitos relacionados à drenagem atual e depósitos de meio topo e meia encosta. Quanto aos depósitos relacionados à drenagem atual, possuem dois tipos de geologia, os aluviões (Ca) e as coberturas arenosas (Cca). Essa categoria se constitui a mais jovem dos depósitos cenozóicos, e de ocorrência mais restrita neste município, pois estão relacionados às planícies dos rios principais.

Os aluviões (Ca) são constituídas por areias finas a grossas e sedimentos silto-argilosos nas planícies dos rios Atibaia, Jaguari e Quilombo. São sedimentos encontrados em terraços suspensos (cascalheiras e aluviões) pré-atuais, os depósitos recentes de encostas e associados às calhas atuais (coberturas coluvionares e aluvionares). Compreende

essencialmente os depósitos aluvionares e coluvionares com distribuição governada pelos grandes cursos d' água e, os materiais de cobertura "in situ" (solos residuais), resultantes da desintegração das rochas encontradas nesta UGRHI 5.

Já as coberturas arenosas (Cca) são formadas por arenitos médios a grosso estratificados e cascalheiras, de distribuição restrita e ocorrendo sob a forma de rampas pedimentares e de terraços argilosos.

Em relação aos depósitos de topo e meia encosta, estes são formados por dois tipos de unidades geológicas: lamitos e arenitos pelíticos (Cla) maciços, com grânulos e pequenos seixos, em geral apresentados na base um pavimento de clastos (seixos de quartzo e de material limonitizado); e depósitos de ambiente fluvial correlatos à formação Rio Claro (Csl) que se intercalam às fácies: siltitos/arenitos muito finos, laminação plano-paralela sub-horizontal, maiores espessuras de 10m a 15m, contendo camadas de siltitos laminados com restos de fósseis vegetais; arenitos grossos, por vezes conglomeráticos, com estratificação cruzada tabular, em camadas lenticulares de até 4m de espessura; argilitos siltosos com laminação incipiente em corpos tabulares de até 2m de espessura; lamitos argilosos e arenitos pelíticos, maciços com grânulos e seixos de espessura métrica; conglomerados de matriz arenosa, de até 1m de espessura.

- Diabásios do Jurássico Cretáceo (D): na área estão presentes rochas intrusivas básicas tabulares formadas por diabásios que, segundo LIMA (1997), apresentam forma de "sills" e diques, os quais são de grande importância, pois boa parte do sítio urbano do município de Americana está localizado sobre eles. Sua característica geológica se constitui de granulação fina à média, pois tendem a formar corpos pequenos, alongados, de no máximo 8Km de comprimento, tendo em média 3Km na sua maior dimensão. Afloram como rocha fresca nos leitos dos rios Atibaia, Jaguari e, mais raramente, como lajes nas encostas (IG, 1996).

- Subgrupo Itararé do Permiano Carbonífero: segundo o IG (1996) o subgrupo Itararé foi dividido em cinco unidades de mapeamento. A unidade inferior corresponde aos ritmitos turbidíticos (Irt) e aflora em área bastante restrita, onde é sobreposta pelos lamitos com seixos (Ils) e distribui-se amplamente pela região. No contexto entre ambas, os ritmitos turbidíticos encontram-se intensamente deformados. Na sua porção superior, a unidade de lamitos com seixos grada para a unidade de arenitos finos laminados (Laf). Os lamitos com seixos são superpostos pela unidade de ritmitos e arenitos laminados (Ira) e estes pelos arenitos finos laminados.

FERNANDES e FERREIRA (1994) dividem em quatro as unidades de mapeamento do sub-grupo Itararé:

- a) Os arenitos médios a grossos (lam), que formam pacotes métricos de arenitos médios ou grossos, bem selecionados; lentes de arenitos finos intercalados nos anteriores, arenitos grossos a médios, maciços e cheios de intraclastos de argilitos e conglomerados polimíticos maciços ou estratificados em camadas intercaladas nos arenitos.
- b) Ritmitos e arenitos finos (Ira) que correspondem à unidade mais antiga, consistindo de turbiditos em cuja base se encontram arenitos finos de espessura centimétrica e no topo gradam para lâminas de siltitos e argilitos.
- c) Arenitos finos laminados (laf), que correspondem a arenitos finos ou muito finos de coloração esbranquiçada ou bege. Apresentam intercalações de arenitos estruturados; arenitos finos maciços; ritmitos e lamitos maciços subordinados.
- d) Lamitos com seixos (Ils), que são compostos por 50% a 75% de argila + silte e 50% a 25% de areia fina a grossa. Imaturos textural e mineralogicamente, são maciços e contêm grânulos esparsos, seixos, blocos e matações de rochas retalhadas. Alguns blocos e seixos mostram-se sobrepostos aos ritmitos.

Figura 07: Mapa Geológico

### 2.1.5. PEDOLOGIA

De acordo com OLIVEIRA et. al (1979) a caracterização pedológica da área de estudo se constitui pelos seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Húmico, Podzólico Vermelho Amarelo, Terra Roxa Estruturada, Solos Litólicos, Hidromórficos e Aluvionares (Figura 08).

Segundo o IG (1996), os tipos de solos estão relacionados quanto a geomorfologia, sendo os solos que ocorrem nas porções de topo de Colinas Amplas (Ca) e em Colinas Amplas com Topos Horizontais (Cath) são do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho Amarelo e Terra Roxa Estruturada. Em relevo de Colinas Amplas e Médias (Cam) são encontrados os mesmo tipos de solo acima, menos a Terra Roxa Estruturada.

Já em relevo de Colinas Médias e Pequenas (Cmp) e Pequenas (Cp) é encontrado o Podzólico Vermelho Amarelo. Nas Planícies Aluviais (Pal) os tipos de solos que ocorrem são os Hidromórficos e nas Rampas Sedimentares (P) são do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e Podzólico Vermelho Amarelo.

As caracterizações destes tipos de solos que compõem o município de Americana são apresentadas com base nos estudos elaborados por OLIVEIRA et. al (1979 e 1992), OLIVEIRA (1999) e CBH-CPJ (2002):

- Latossolo Vermelho Escuro: são solos álicos, distróficos e ácidos, profundos com origem nos sedimentos cenozóicos finos, inconsolidados e retrabalhados, do tipo argilitos e siltitos, com variada contribuição de rochas básicas. Possuem textura argilosa, ocorrendo pequenas áreas de textura média. São muito heterogêneos no que concerne à textura e à fertilidade, caracterizando boa drenagem interna.
- Latossolo Vermelho Amarelo: solos minerais, não hidromórficos, com pouca presença de argila, tendo origem em sedimentos cenozóicos

arenosos, inconsolidados e retrabalhados. São solos de textura média ou mais argilosa, porosos ou muito porosos, ácidos, álicos e distróficos. Apresentam-se em relevo plano e suave ondulado ou ondulado.

- Podzólico Vermelho Amarelo: são solos minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, bem drenados e ácidos. Na maioria, são solos que apresentam fertilidade natural baixa/média. Estão situados em relevos predominantemente ondulados e fortemente ondulados, ocorrendo em menor porção o relevo suavemente ondulado e o montanhoso.
- Terra Roxa Estruturada: são solos minerais, não hidromórficos, sendo de grande importância agrônômica: os eutróficos são de elevada potência nutricional e os distróficos, e mesmo os álicos, respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Esta fertilidade se constitui em um fator limitante, associado ao risco de erosão, com acentuação dos declives de terreno.
- Solos Litólicos: podem ser eutróficos (basálticos) e/ou distróficos (arenitos), com textura na maior parte das vezes indiscriminada, por vezes argilosa. A pequena espessura e a presença freqüente de cascalhos, pedras e matacões, aliadas normalmente ao relevo acidentado, dificultam o uso agrícola. Apresentam elevados teores de minerais resistentes ao intemperismo.
- Solos Aluvionais: são solos rudimentares, pouco evoluídos, não hidromórficos, formados em sedimentos aluvionares ou lacustres recentes. Situam-se exclusivamente em planícies aluvionares, em relevo aplainado, porém como são solos que se situam na faixa de borda dos rios, costumam apresentar micro relevo, profundidades efetivas variadas.
- Solos Hidromórficos: são identificados ao longo das várzeas dos cursos d' água, em relevo plano e baixadas inundáveis. Devido à ação incessante do processo de redução ocasionado pela ação das águas, identifica-se o desenvolvimento de matéria orgânica.

Figura 08 : Mapa pedológico

### 2.1.6. CLIMATOLOGIA

De acordo com suas coordenadas geográficas centrais, 22°44'21" de latitude sul e 47°19'53" de longitude a oeste de Greenwich, o município de Americana está localizado na região centro-leste do Estado de São Paulo, sob a influência das massas de ar Tropicais Atlântica e Continental, e Polar Atlântica, apresentando diferenças dadas, principalmente, pela distância do mar e influência do relevo, que atuam basicamente na circulação regional, afetando a distribuição e ocorrências das chuvas e o regime térmico, segundo o relatório técnico final apresentado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundá - CBH-PCJ (2002).

Pelo fato deste município estar localizado na porção média da Bacia do Rio Piracicaba, de acordo com MONTEIRO (1973, *apud* IG, 1996), este se encontra inserido no Clima Zona 1 (Clima Tropical alternadamente seco e úmido) dividido em dois compartimentos: o primeiro representa a área dominada pela massa de ar Tropical Marítima, com índice de participação anual superior a 50%; e o segundo compartimento representa a área dominada pela massa de ar Polar, com índice de participação anual mínimo de 25%.

A classificação dos tipos climáticos, feita com base no sistema de Köppen, define o padrão climático do município e da porção na qual esta inserido como: tropical mesotérmico de inverno seco, sendo representado pelos meses de abril a setembro, e estação chuvosa, nos meses de outubro a março. Desta maneira, esta Classificação do Sistema Internacional de Köppen caracteriza esta área como tipo Cwa (inverno seco e verão quente).

Os índices de precipitação pluviométrica situam-se entre 1.200mm e 1.800mm de média anual, variando de 900mm a 1.000mm na estação chuvosa e de 200mm a 300mm na estação de seca. Predomina a célula climática de maior pluviosidade e com temperaturas elevadas, ocorrendo localmente uma sub-célula de menor pluviosidade, sendo que a temperatura média anual varia de 18°C a 20°C, com média mínima de 4°C a 6°C e média máxima de 30°C a 32°C, segundo (CBH-PCJ, 2002).

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A presente revisão bibliográfica trata de apresentar literatura referente ao processo de industrialização no Brasil, desde sua estrutura e crescimento até o processo de “desindustrialização” de pólos industriais, que teve, como uma das conseqüências, a formação de regiões metropolitanas.

Preocupando-se com os impactos ambientais decorrentes dessa industrialização acelerada, faz-se um recorte, e a área de estudo compreende o município de Americana-SP, inserida na Região Metropolitana de Campinas.

Para entender o processo de ocupação desse território e propor um instrumento de gestão e planejamento territorial que vise mitigar esses impactos, necessita-se resgatar na sua história para entender o espaço urbano que se constituiu. Ao mesmo tempo, busca-se ressaltar a importância do Sistema de Informações Geográficas na apropriação do planejamento como instrumento de tomada de decisão.

### **3.1. O ESPAÇO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL NO BRASIL: CONCENTRAÇÃO E DISPERSÃO**

A história da indústria brasileira se constitui por uma revolução que construiu parques fabris com grande importância no ranking mundial, dando alicerce para um ciclo de desenvolvimento que vem preparando a economia do Brasil para a globalização.

A ascensão do setor industrial na economia brasileira, localizada basicamente no estado de São Paulo, particularmente na metrópole, exigiu certa unificação do mercado nacional, transformando um país predominantemente agrário em um país virtualmente industrializado e urbanizado, onde as aglomerações urbanas constituíram a base e o palco dessa transformação.

A transformação do Brasil de país agrário em país urbano-industrial acarretou profundas modificações na distribuição espacial da população e, também, na distribuição da população de acordo com os setores de atividades. Poucos países conheceram um processo tão rápido e intenso de industrialização-urbanização como o que ocorreu no Brasil no período pós - Segunda Guerra Mundial.

Esse intenso processo ocorreu no período de 1950 a 1990, o qual resultou em grande expansão do setor terciário (serviços) e um aumento da população urbana do Brasil de 36,2% para 75%, onde as distribuições da População Economicamente Ativa (PEA) por setores de atividade, sofreram grandes alterações. Enquanto a população ativa do setor secundário (indústria) elevou-se de 13,7% para 22,7%, a população ativa do setor primário (agropecuária) sofreu violenta redução, despencou de 59,9% para 22,8%. Já o setor terciário teve uma grande expansão, de 26,4% da população ativa do país passou para 54,5%, segundo dados do IBGE (1993) apresentados no Quadro 02.

QUADRO 02 – DISTRIBUIÇÃO DO PIB E DA PEA POR SETOR DE ATIVIDADE NO  
PERÍODO 1950/1990 (EM %)

Setor de atividade	1950		1960		1970		1980		1990	
	PIB	PEA								
Agropecuária	24,3	59,9	17,8	54,0	11,6	44,6	10,2	29,3	9,3	22,8
Indústria	24,1	13,7	32,2	12,9	35,8	18,0	40,6	24,9	34,2	22,7
Serviços	51,6	26,4	50,0	33,1	52,6	37,4	49,2	45,8	56,5	54,5

FONTE: IBGE (1993), PG.09.

Segundo COELHO (1998), o elevado desenvolvimento industrial, ocorrido neste período, tem sido um dos principais fatores responsáveis pela degradação do meio ambiente, pois houve um aumento na emissão da quantidade de resíduos e efluentes industriais e na sua forma de disposição (água, solo e ar).

Com o surto industrial no Brasil houve um aumento da apropriação do uso do solo sem nenhum critério ambiental de implantação. As indústrias passaram a se instalar em áreas de preservação ambiental, ao longo de corpos d'água, em áreas de alta vulnerabilidade natural de aquíferos, em solos frágeis e suscetíveis à erosão.

Devido à suas características intrínsecas, geram – e continuam gerando - grandes impactos sobre o meio ambiente, e que hoje se encontram em um estágio que compromete a qualidade de vida dos seres humanos.

VALLE (1997) afirma que os processos de industrialização e urbanização afetam de modo significativo as águas subterrâneas, caracterizadas por: modificações no escoamento superficial e conseqüentemente subterrâneo; modificações nas recargas dos aquíferos; rebaixamento do nível de água propiciado por bombeamentos para abastecimentos ou mesmo em obras civis; degradação das propriedades químicas e físicas das águas, motivada pelos inadequados métodos de disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos; super exploração de água subterrânea; canalização e mudança de trajeto de cursos d'água.

Esse caos a que se assiste hoje é reflexo da falta de um planejamento urbano por parte dos órgãos públicos e federais na adoção de uma postura, diante desse processo de industrialização, que visasse a minimização dos impactos desencadeados.

A indústria pode ser considerada como a principal atividade responsável pelo desenvolvimento econômico do Brasil no período pós-Segunda Guerra Mundial, mas não conseguiu, entretanto, corrigir os graves desequilíbrios ambientais e sociais existentes no país. Ao contrário, a brutal concentração da riqueza nas mãos, principalmente, dos capitalistas industriais acentuou ainda mais as desigualdades sociais já existentes no país.

Segundo MAGNOLI (1998), em 1990, enquanto os 50% mais pobres da população concentravam apenas 11,2% da renda nacional, o 1% mais rico concentrava nada menos do que 13,9% da referida renda. Portanto, apesar de possuidor de um dos maiores parques industriais do mundo, o Brasil ocupou, em 1993, o 70º lugar em desenvolvimento humano.

No período de 1990 a 1998, o desempenho industrial brasileiro caracteriza-se por uma dupla tendência: por um lado, pela continuação da desaceleração da produção que começou a ocorrer a partir da crise asiática de meados de 1997; por outro, pela continuação dos ganhos de produtividade da mão-de-obra, fruto dos processos de reestruturação, que vêm marcando a indústria desde o início do século 20 e da própria redução dos níveis de produção.

Com a abertura econômica baseada numa política globalizada de investimentos destinados a capitais internacionais (período de 1990-2000) emergiram novos padrões de organização do espaço geográfico, dada a natureza de fragmentação territorial, ocasionando uma nova hierarquia urbana e uma nova configuração espacial da indústria.

Até o presente momento, as indústrias tinham preferências de localização na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), pois as regiões industriais tradicionais ofereciam mercados consumidores, mão-de-obra barata, fontes de

matérias-primas e infra-estrutura no transporte de mercadorias (aéreo, rodoviário e marítimo) para as principais metrópoles e países. Nessa região, as cidades cresceram e, com elas, cresceram os mercados consumidores e a mão-de-obra disponível. As fábricas já implantadas produziram matérias-primas que serviram a outras fábricas, atraindo cada vez mais indústrias. Os sistemas de ferrovias e rodovias desenvolveram-se. Os pontos pioneiros da industrialização foram aos poucos gerando manchas industriais ao seu redor, receberam infra-estrutura de energia, transporte, comunicações, contribuindo para o surgimento de grandes regiões industriais, emergindo à sua condição de maior pólo econômico do país.

Mas a tendência à concentração cedeu à tendência à dispersão industrial: os empresários foram, repelidos das velhas regiões fabris e atraídos por novas localizações. As regiões industriais tradicionais tornaram-se desvantajosas devido: ao aumento geral dos custos dos terrenos; à elevação dos impostos e dos salários; ao desconforto ambiental provocado pela emissão de resíduos e efluentes industriais, bem como a geração de ruído, poeira, fumaça, cheiro; ao tráfego intenso e caótico; e à força do movimento sindical.

Esse cenário é conseqüência de uma economia globalizada que permitiu - através de sistemas modernos de comunicações por fax e telefonia, da informação das indústrias e do barateamento dos transportes a longa distância - transformar pequenas cidades isoladas em atraentes localizações.

Desta maneira, criaram-se centros industriais futuristas longe das regiões tradicionais, repercutindo numa nova distribuição industrial, nas relações entre regiões, no papel das aglomerações urbanas, no mercado de trabalho e nos fluxos populacionais, estabelecendo uma nova hierarquia urbana, ou seja, uma nova apropriação no uso do solo.

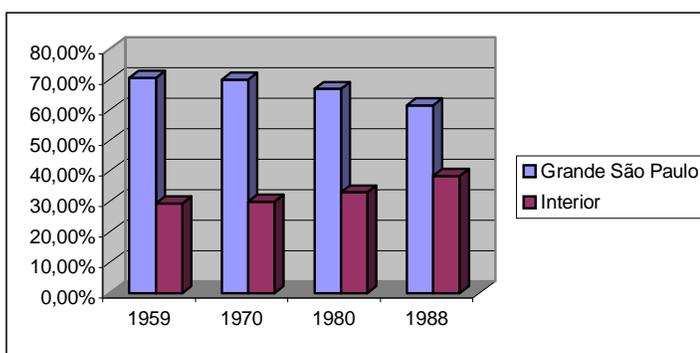
Segundo ACSELRAD (2001), a atividade industrial no Brasil passou a exigir das cidades que elas se ajustassem aos seus propósitos, tidos por inelutáveis da globalização financeira, transformando-as em um “pensamento único urbano”, apresentando a cidade como um ambiente único, o ambiente de

negócios. Essa “inserção competitiva” pressionou as cidades a se transformarem em espaços de disputa, como se fossem simples empresas voltadas para a produção do lucro.

Neste momento, o potencial econômico das cidades capitalistas passou a depender cada vez menos da metrópole, assumindo funções transregionais e de centro polarizadores da economia. Isto caracterizou a cidade global (metrópole) como um “palco” onde as decisões são tomadas, ancoradas dentro de um processo de valorização do capital e dentro de um controle de produção, que se internacionalizaram proporcionando o desenvolvimento e metropolização de outras cidades.

A descentralização não atingiu apenas a metrópole paulista, mas o conjunto do estado de São Paulo. Esse processo de dispersão industrial, característico dos países desenvolvidos, foi conseqüência da expansão econômica do interior do Estado, que por muito tempo se fundamentou na agricultura e na agroindústria.

O emprego na indústria de transformação (Figura 09), que já começava a se transferir do município de São Paulo para os outros municípios da Grande São Paulo, passou a se reduzir no conjunto da Região Metropolitana. O setor terciário absorveu a força de trabalho expelida da indústria, a metrópole assumiu, definitivamente, a característica de aglomeração baseada nos serviços e no comércio, provocando novas localizações industriais no interior do Estado.



*FIGURA 09 – PARTICIPAÇÃO NO EMPREGO INDUSTRIAL: METRÓPOLE X INTERIOR*

*FONTE: SEADE (1990).*

O crescimento dos núcleos urbanos regionais – como Campinas, São José dos Campos, Sorocaba, Ribeirão Preto, Santos e Cubatão – gerou mercados consumidores e reuniu força de trabalho para o deslanche da industrialização. A implantação de infra-estruturas energéticas e vias de transporte modernas criou novas localizações favoráveis para as industriais, provocando uma desindustrialização da metrópole paulista.

Essa dispersão no espaço paulista ocorreu ao longo dos quatro principais eixos rodoviários que interligam as capitais regionais à Grande São Paulo (Figura 10), sendo:

- Eixo 1: A Via Dutra sustenta pólos industriais no Vale do Paraíba Paulista e tem com capital regional a cidade de São José dos Campos, centro das indústrias bélicas e aeroespaciais do país.
- Eixo 2: O sistema Anchieta-Imigrantes liga a área metropolitana do planalto (Grande São Paulo) ao complexo portuário e industrial da baixada litorânea (Santos-Cubatão). O complexo industrial de Cubatão está encravado no pé da Serra do Mar.
- Eixo 3: O sistema Bandeirantes-Anhangüera-Washington Luís orienta a expansão fabril na direção de Campinas, o principal pólo industrial desse eixo, Ribeirão Preto e Araraquara. Nesse eixo aparecem centros mono-industriais expressivos, como **Americana** (têxtil), Franca (calçados) e Itu (cerâmica), constituindo uma das mais dinâmicas regiões industriais do Estado.
- Eixo 4: O Sistema Castelo Branco-Raposo Tavares impulsionou a industrialização da região de Sorocaba, principal cidade desse eixo. Outras cidades fazem parte dele como São Roque, Itapetininga, Marília e Presidente Prudente.

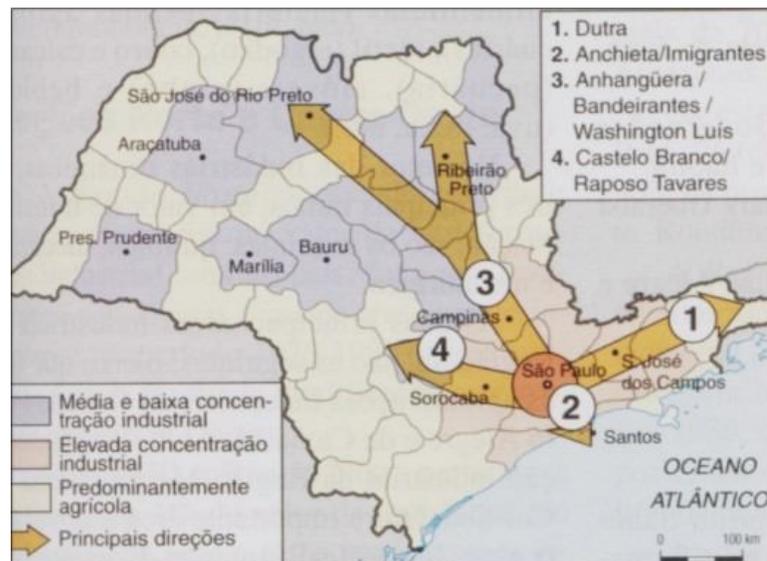


FIGURA 10 – SÃO PAULO: DISPERSÃO INDUSTRIAL- EIXOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO

FONTE: ATLAS (1992), PG. 45.

WEINBERG (2001) relata, com fundamentos em um estudo realizado pelo economista Aristides Monteiro Neto, que a riqueza do país está tomando rumo às cidades médias, que cresceram num ritmo mais acelerado que as metrópoles, cerca de 5,2% ao ano, contra 4,7%. Considerando em conjunto, tem-se uma participação no PIB nacional de 3,6% nas cidades médias e 42% nas metrópoles. Isso demonstra que a riqueza no Brasil está se concentrando nas cidades médias.

Caracterizado pelo decréscimo na participação industrial da Região Metropolitana de São Paulo, a Região Metropolitana de Campinas (RMC) surgiu dentro deste contexto de dispersão industrial, que abrangeu as regiões de Campinas, Sorocaba e São Jose dos Campos, saindo da condição de uma economia baseada na agricultura para a condição de maior pólo econômico e tecnológico do país.

Esta região passou a ser responsável por 12.272 bilhões de dólares de Produto Interno Bruto (PIB) por habitante, caracterizando 2,4 vezes maior que a média nacional (5.038 milhões dólares) e 1,4 maior que a grande São Paulo (8.758 milhões dólares), segundo dados fornecido pela EMPLASA (2001).

Esse processo de interiorização das indústrias acelerou o processo de industrialização e urbanização dos municípios que compõem a RMC, como: Americana, Arthur Nogueira, Engenheiro Coelho, Holambra, Jaguariúna, Santo Antonio da Posse, Campinas, Cosmópolis, Vinhedo, Valinhos, Itatiba, Indaiatuba, Pedreira, Hortolândia, Paulínia, Nova Odessa, Sumaré, Santa Bárbara D'Oeste e Monte Mor, que ocupam uma área de 3.673 quilômetros quadrados, onde estão agregados mais de 2,3 milhões de habitantes, o que representa 6,3% da população do Estado e 1,4% da população nacional (EMPLASA, 2001).

Segundo LIMA (2000) a partir dos anos 70, a região já apresenta sinais de metropolização, devido ao trânsito intenso de pessoas e demanda por geração de empregos, que possibilitaram caracterizar a cidade de Campinas como centro regional, e a cidade de Americana como sub-centro.

Os principais fluxos migratórios intra-regionais, segundo a Prefeitura Municipal Campinas (s.n.), ocorridos a partir da década de 70 nos principais municípios da região de Campinas foram 25,1% da Região Metropolitana de São Paulo; 27,8% de cidades da região Sudeste; 52,6% da região Sul, entre outros fluxos, demonstrados na Figura 11.

*FIGURA 11 – FLUXOS MIGRATÓRIOS NUMERICAMENTE MAIS IMPORTANTES PARA  
CAMPINAS E REGIÃO – DÉCADA DE 70  
FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS [S.N.], PG. 89.*

Esse dinamismo econômico gerado no município de Campinas extrapolou-se para os municípios vizinhos (Figura 12), proporcionando fluxos migratórios para várias cidades da região como, por exemplo, para o município de **Americana**, objeto deste estudo. Este fluxo ocorreu devido a essa ampla malha viária, tornando uma das áreas mais urbanizadas e desenvolvidas do interior. Isso reproduziu em alguns municípios características peculiares de grandes concentrações metropolitanas como: expansão de periferia, problemas de infraestrutura, transporte, especulação imobiliária, mudanças na configuração do espaço, caracterizando um agravamento sócio-ambiental.

No Quadro 03, pode-se verificar o corredor de circulação de população que acompanha as Vias Anhangüera/ Bandeirantes em direção aos municípios de Americana, Limeira, Santa Bárbara e a rodovia SP-304 em direção ao município de Piracicaba. Esse sentido SE-NO (em direção Campinas/ Oeste Paulista e Campinas/Sorocaba) é o principal eixo urbano-industrial do país.

*QUADRO 03 – PRINCIPAIS FLUXOS MIGRATÓRIOS INTRA-REGIONAIS*

<b>Cidade/Década</b>	<b>60/70</b>	<b>70/80</b>
Campinas	5,50% aa	5,90% aa
Sumaré	8,03% aa	16,01% aa
Santa Bárbara D´Oeste	3,21% aa	9,46% aa
Vinhedo	- 0.65 % aa	5,78% aa
Cosmópolis	3,25% aa	6,73% aa
Nova Odessa	3,86% aa	10,14% aa
Arthur Nogueira	2,16% aa	4,6% aa

*FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS [S.N.].*

*FIGURA 12 – FLUXOS MIGRATÓRIOS NUMERICAMENTE MAIS IMPORTANTES A PARTIR  
DE CAMPINAS E REGIÃO*

*FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS [S.N.], PG. 103.*

MULLER (2000) ressalta que a região de Campinas é a que mais cresce no estado de São Paulo, cerca de 10% ao ano, e com este progresso crescem também os problemas de gerenciamento, que transcendem os limites de cada município.

As conseqüências sociais são imediatas, pois aumentaram as demandas nas áreas de saúde, educação e habitação com relação aos setores públicos. Aumentaram os focos de favelas em áreas urbanas e particulares, passando a ser comandadas pelo narcotráfico; houve proliferação de prostituição como forma de sobrevivência e aumentou de forma assustadora a violência social em todos os sentidos.

Todo esse processo de industrialização fez com que a Região passasse a ser um espaço polarizado de organicidade específica, ou seja, ao mesmo tempo em que apresenta grandes potencialidades e oportunidades, em função da base produtiva (atividades modernas, centro de tecnologia de ponta etc.) revelando pressões expansionistas na economia brasileira, apresenta processos de desequilíbrios de natureza ambiental e deficiências nos serviços básicos, provocando mudanças muito visíveis na vida das cidades.

Como por exemplo, na cidade de Campinas, no ano de 2000, existiam 157 mil pessoas morando em favela ou em áreas invadidas. O déficit habitacional havia atingido em torno de 40 mil moradias, cerca de 16,4% da população total de Campinas (960.000 habitantes). Em 1971, a população favelada representava 0,78% da população total (375.864 habitantes), ou seja, existiam apenas 2.931 pessoas sem moradia. Segundo a EMPLASA (2001) hoje esse número aumentou assustadoramente.

Com relação ao índice de desemprego na Região Metropolitana de Campinas, segundo a EMPLASA (2001), está em torno de 80 mil pessoas (quase 10% de sua população total) e representa 16,7% da População Economicamente Ativa (PEA), que tem entre 14 e 65 anos de idade. Dos 400 mil empregados, somente 221 mil habitantes têm carteira assinada, os restantes são trabalhadores informais.

A região de Campinas possui um contingente de 218 mil desempregados no universo de uma População Economicamente Ativa (PEA) de 1,4 milhão de pessoas. Apesar de a criação de novos postos de serviços e do nível de ocupação ter aumentado nos últimos anos, as taxas de crescimento ainda são insuficientes para incorporar os que acabam de ingressar no mercado de trabalho da Região.

Frente a essas grandes possibilidades de novos e volumosos investimentos na Região Metropolitana de Campinas, cidades importantes da região, como por exemplo o município de **Americana**, considerada como o Terceiro Pólo Têxtil do Brasil pela revista CNA, IEL, SEBRAE (2001) e a Capital do Bayon pela EMPLASA (2001), vem também apresentando indícios de agravamento da situação social e ambiental, o qual será abordado mais adiante.

Todo este processo de concentração e dispersão da atividade industrial, apresentado aqui, revela um padrão de comportamento espacial característico das atividades do setor secundário de países desenvolvidos da América do Norte e da Europa. No Brasil, no final da década de 80, como visto, há uma forte concentração na distribuição espacial da indústria na região Sudeste, particularmente no estado de São Paulo, e a partir de 1985 passa a se concentrar em outras regiões, conforme o Quadro 02, já apresentado.

Segundo ARAÚJO (1998), o processo de concentração e expansão da indústria americana, bem como, o processo de industrialização no Brasil, ocorre uma nítida concentração espacial das fábricas em pontos restritos do território, apresentando condições adequadas de localização. Com o passar do tempo, definem-se regiões industriais expressivas, mas ainda geograficamente concentradas. Quando o setor secundário atinge sua plena maturidade, começa um processo inverso, tendente à dispersão espacial, onde as indústrias mais modernas procuram novas localizações fora das velhas regiões fabris.

Esses fatores de atração ou repulsão, que atuam no sentido de determinar a localização mais econômica das atividades produtivas ou no sentido de

concentrar ou dispersar a atividade industrial, dentro do espaço físico-territorial, são estudados por alguns autores que os intitulam como **Fatores Localizacionais dos Usos Industriais**.

ANTUNES (1998) relata que, em 1926, J.H.Von Thünen foi um dos primeiros a tratar cientificamente do problema localizacional. Depois surgiram os trabalhos de Alfred Weber (a partir de 1909) e August Lösh (a partir de 1936) que lançaram os fundamentos básicos da teoria da localização. Entre outros se destacam Smith, que em 1961 utilizou a cadeia de Markov na teoria localizacional, Jacot (1963) junto com Steves (1961), aplicando a teoria dos jogos aos estudos de localização industrial.

No Brasil, o Prof. Rui Aguiar da Silva Leme, em 1965, desenvolveu toda a sua teoria fundamentada na de A. Weber, procurando a localização industrial através unicamente, de início, da consideração do transporte que pode ser tanto *Aglomerativo*, em que as indústrias tendem a aglomerar em um ponto as atividades produtivas, devido ao sistema viário adequado, infra-estrutura, mão-de-obra, etc; quanto *Desaglomerativo*, em que as indústrias tendem a dispersar as atividades produtivas, devido ao congestionamento de trânsito, falta de serviços, transportes caros e demorados etc. (LEME, 1965).

Outro estudo realizado, que define os fatores básicos da teoria localizacional das atividades industriais, foi o de MOTA (1968), que se baseou em *Fatores Gerais*, caracterizados por fatores que podem ser regionais, técnico-locacionais, economia e deseconomia de escala, de localização de urbanização e de aglomeração; *Fatores Espaciais* que influenciam na localização de algumas industriais em especial, podendo ser representados por disponibilidade em recursos d'água, solo, clima, serviços, etc., e *Fatores de Motivações*, que afetam as decisões e escolhas dos empresários, como recursos de capitais e de crédito, incentivos fiscais, doações de terrenos etc.

Já para FERRARI (1982), a localização da atividade industrial em micro-escala depende de critérios urbanísticos para a eleição dos sítios industriais, tais como:

- *Condições Físicas, Climáticas e Pedológicas:* as áreas industriais devem ter baixa declividade, evitar a localização em vales de ventilação reduzida, onde as partículas poluidoras acumulam-se em densas nuvens e os solos devem ser, mecanicamente, favoráveis a grandes concentrações de cargas e de preferência, não escolher terrenos agricultáveis;
- *Condições de Localização Relativa:* a localização de uma indústria ou o conjunto delas será tanto mais vantajosa quanto mais atividades complementares existirem em suas proximidades, como mão-de-obra, serviços públicos, prestação de serviços, áreas residenciais próximas, ruas ou estradas de rodagem, telefone, infra-estrutura etc;

Este autor ressalta também que: “com o advento da automação acabou reduzindo o número de operários por fábrica e hoje as indústrias estão preferindo se localizar longe da cidade e mais próximas aos mercados ou fontes de matéria-prima e combustíveis, afastando-se de núcleos urbanos”.

- *Propriedade e Custo do Solo:* é aconselhável que o terreno destinado à localização das indústrias seja de domínio público, pois as áreas de propriedade particular, quando destinadas, pela lei de zoneamento, ao uso industrial, costumam sofrer majorações de caráter especulativo.

Portanto, pode-se perceber que a consolidação da indústria, bem como sua dispersão e concentração, constitui-se doravante responsável pelas transformações da sociedade brasileira, assim como de sua economia e da própria configuração espacial. Isto repercute num cenário de conflitos ambientais, expressos por grandes possibilidades de novos e volumosos investimentos, mas por outro lado, vem apresentando indícios de agravamento social e ambiental nos principais centros urbanos.

O surgimento desses “problemas metropolitanos” causado pelo processo de “desindustrialização” paulista necessita ser equacionado em cenário mais amplo e global, impondo uma organicidade ao pleno desempenho das

atividades econômicas de cada município, levando em consideração vários níveis de poder político-administrativo.

Para demonstrar como o poder local municipal vem se comportando com esse processo de interiorização industrial e metropolização (Região Metropolitana de Campinas), foca-se o município de Americana por dois motivos: pelo seu destaque e importância em relação ao setor têxtil, e pelas consequências de ordem socioeconômica e ambiental que esse processo vem acarretando neste município.

### **3.2. O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP: PÓLO INDUSTRIAL TÊXTIL**

Para esta análise, faz-se necessário entender todo o processo de industrialização no município de Americana, o qual foi marcado por várias etapas: pela imigração de italianos, norte-americanos, alemães e portugueses a partir do final do século XIX, que formaram os primeiros núcleos urbanos e as vilas industriais às margens do ribeirão Quilombo e da ferrovia; pelo apogeu da indústria têxtil; pela influência da abertura do mercado, que acabou caracterizando a crise no setor têxtil iniciada em 1991 e seu agravamento nos anos de 1994 a 1996; pela sua recuperação e inserção na Região Metropolitana de Campinas em 2000/2001, bem como pelas consequências ambientais desencadeadas por este processo.

A industrialização em Americana, enquanto processo, não ocorreu isoladamente e nem foi um acontecimento local, pois dependeu de um conjunto de fatores que estão inter-relacionados, os quais são reflexos de condições políticas-culturais e sócio-econômicas nos âmbitos: local, regional e mundial. Esses fatores estão relacionados aos recursos naturais locais, como: solo, relevo, clima e hidrografia; às condições viárias de circulação das mercadorias; à acumulação de capitais e à oferta de mão-de-obra, responsáveis pelo crescimento urbano-industrial do município.

Esse processo teve início no ano de 1875, por dois acontecimentos de grande importância. O primeiro relaciona-se à passagem da Companhia Paulista de Vias Férreas e Fluviais (atual Fepasa), no vale do ribeirão Quilombo, cortando o município no sentido N-E. A construção da estrada de ferro possibilitou fazer viagens e transações comerciais com a capital e o interior do estado de São Paulo. O segundo acontecimento refere-se à instalação de uma indústria de fiação e tecelagem de algodão (Fábrica de Tecidos Carioba), pela firma Queiroz & Ralston, na foz do ribeirão Quilombo, distante três quilômetros da Estação Ferroviária.

Segundo GOBBO (1999), o ano de 1902 foi marcado pela reabertura da Fábrica de Tecidos Carioba, que estava fechada há seis anos, com a qual iniciou-se um período de progresso e expansão da indústria. A autora ressalta que, em 1904, a fábrica de tecidos de algodão tornou-se a segunda do país, fazendo com que o bairro onde se instalava, Carioba, tivesse maior importância do que a própria Vila. Além da Fábrica de Tecidos Carioba, na mesma área, foi fundada, em 1911, a Tecelagem de Seda de Carioba (que se transformou, em 1924, na Cia Leyen de Seda) e, em 1935, a Fábrica de Fitas e Elásticos Quilombo S/A.

Ao iniciar a década de 30, a indústria têxtil começou a se multiplicar, pois alguns operários (contra-mestre e tecelões), na perspectiva de aumentar a renda familiar, começaram a trabalhar em casa, atuando como pequenas indústrias feçonistas. Essas indústrias, a princípio diversificadas, mas tomando características definitivamente têxteis com a instalação das indústrias Jacyra, Cintra, Santa Maria, foram desenhando a paisagem urbana americanense, introduzidas em áreas residenciais, nas proximidades da Estação Ferroviária e às margens do ribeirão Quilombo. Provocaram, ao seu redor, adensamentos populacionais, contribuindo efetivamente para a primeira explosão urbana e a formação de núcleos industriais. O período de 1930 a 1940 marca definitivamente a fase de desenvolvimento da indústria no município de Americana.

Segundo RODRIGUES (1978), durante as décadas de 30 a 60 houve um crescimento significativo da “indústria façonista” em Americana, sendo este considerado como o mais importante centro têxtil do interior paulista, somente sendo superado pela Grande São Paulo, em número de estabelecimentos, valor de produção e mão-de-obra empregada.

Neste momento não havia nenhuma preocupação quanto aos danos ambientais provocados pela atividade industrial, o que contribuiu para os primeiros indícios de degradação urbana e ambiental (poluição atmosférica, hídrica e sonora) com prejuízos à qualidade de vida da coletividade vizinha às indústrias. Suas atividades, portanto, foram incompatíveis com o uso residencial da área onde se localizavam.

Em consequência da dispersão industrial metropolitana e campineira, novas indústrias de grande porte vieram integrar a economia americanense, com mais de mil operários e grande capital instalado. Estas indústrias foram construídas ao longo da rodovia Anhangüera, às margens dos rios Atibaia e, principalmente, do rio Piracicaba.

Diante dessa explosão industrial e populacional, o poder municipal começou a ter preocupações urbanísticas. Em 1970 foi criado o seu primeiro planejamento urbano, conhecido como Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), o qual possibilitou a remoção de algumas indústrias do centro para os novos distritos industriais e a implantação de outras como, a Goodyear, Polyenka, Phelpes Dogde e Moinho Santista.

De 1970 a 1990 a indústria têxtil americanense teve seu apogeu, gerou empregos e aumentou a arrecadação de impostos. Mas não durou muito, pois a partir dos anos 90, com a abertura da economia para investimentos internacionais, principalmente para os tecidos asiáticos, muitas indústrias não estavam preparadas para a concorrência e competitividade internacional, o que caracterizou um declínio na produção e ocorrência de muitos pedidos de falência e concordata (jornal *O Liberal*, 1995).

A solução naquele momento foi a modernização das indústrias têxteis, com as baixas alíquotas de importação que caíram de 40% para 18% num período de cinco anos (1996 - 2000). Muitos empresários de micros, pequenas e médias indústrias se uniram num movimento (“Mil Teares”) no objetivo de comprar equipamentos e modernizar todo o parque industrial têxtil americanense, (FAGGIONATTO, 1999a).

Desta maneira, a indústria têxtil de Americana - e região - conseguiu se reerguer no mercado nacional e internacional, como demonstra a Figura 13. Essa retomada contribuiu para que o município se destacasse hoje como o maior pólo têxtil do país, segundo a revista CNA, IEL, SEBRAE (2000), em que se mencionam os três maiores pólos têxteis brasileiros na produção de fios sintéticos, como sendo: “o primeiro centrado na Região de Americana-SP, o segundo grande complexo têxtil brasileiro está em Santa Catarina, na Região de Blumenau, e o último grande complexo da cadeia situa-se em torno da cidade de Fortaleza, no Ceará”.

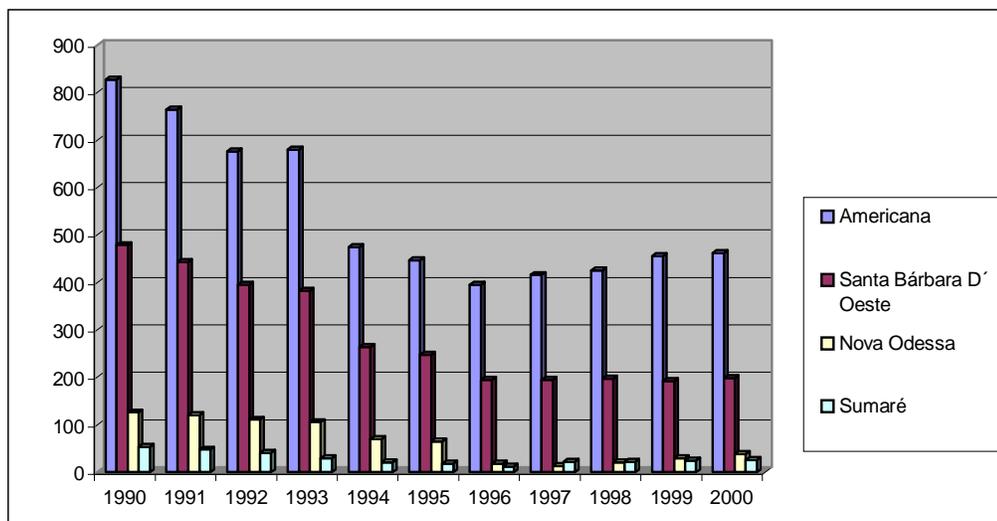


FIGURA 13 – GRÁFICO DEMONSTRATIVO DO SETOR TÊXTIL DE AMERICANA E REGIÃO

FONTE: <[HTTP://SINDITEC.COM.BR/RESUMOSECTOR.HTML](http://sinditec.com.br/resumosector.html)>, ACESSADO EM: 03/03/2001

A formação desses novos núcleos industriais, devido à retomada da indústria têxtil e a implantação de empresas multinacionais no território, juntamente com

as ações políticas de incentivos ao desenvolvimento industrial por parte dos gestores públicos, tem ocasionado um cenário de conflitos urbanos, de degradação ambiental, e de perda da qualidade de vida.

Segundo informações colhidas na entrevista realizada (no dia 17/04/2001) com João Batista Girardi, diretor da Unidade de Indústria da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e presidente do sindicato das indústrias – SINDITEC, “A prefeitura de Americana vem tomando medidas de custo/benefício para atrair indústrias, atividades comerciais e serviços, que entrará em vigor por volta do final do ano de 2002. Uma delas é a isenção de IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e ISSQN (Imposto Sobre Serviço Qualquer Natureza) que varia de 1 a 10 anos”.

De acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, em 2001 mais de 60 empresas escolheram o município de Americana para instalar ou ampliar suas atividades e unidades, o que representa investimentos de 350 milhões de dólares e mais de 6 mil empregos gerados, segundo a Prefeitura Municipal de Americana (P.M.A. 2001a). Destas empresas, onze são de grande porte, como Hisan do Brasil, Engibrás e PlatoDiesel. Em cinco anos, segundo esta Secretaria, o município recebeu 148 empresas (entre instalação e ampliação), sendo 112 micro e pequenas, 36 médias e grandes e 6 multinacionais, caracterizando um investimento da ordem de 1,3 milhão de dólares, gerando 4.500 empregos diretos e 13 mil indiretos.

Em 1997, o município possuía 1.309 indústrias, o que gerou um setor terciário com 4.582 estabelecimentos comerciais e 8.430 serviços cadastrados. Em 2000 esses números subiram significativamente, passando a existir 1.483 indústrias, 5.703 estabelecimentos comerciais e 10.714 serviços, conforme apresentado na Figura 05, segundo dados extraídos do Informativo Sócio-Econômico da Prefeitura Municipal de Americana.

QUADRO 04 – ATIVIDADES ECONÔMICAS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA (1998/2000)

	1997	1998	1999	2000
Indústria	1.309	1.317	1.421	1.483
Comércio	4.582	4.655	5.032	5.703
Serviços	8.430	8.631	9.613	10.714

FONTE: P.M.A. (2001B), N°17, ANO BASE 2000, PG. 59/60.

Os gestores públicos, por investirem na área de saúde, educação, habitação e infra-estrutura, revelam um potencial de consumo e padrão de qualidade de vida, tornando a cidade um espaço de grande atrativo para se investir, como aponta a pesquisa realizada pela revista *Exame* do mês de dezembro de 2001 e publicada pela Prefeitura Municipal de Americana (P.M.A. 2001a): “o município de Americana-SP ocupa o 26° lugar, à frente de 20 capitais, numa relação de 100 principais municípios do Brasil para se fazer negócios”.

As conseqüências do desenvolvimento industrial-urbano que o município assiste hoje, reflexo dessa política pública, causaram mudanças na apropriação do espaço, como: ocupação industrial em áreas de preservação ambiental, urbanização consolidada em áreas de risco a inundação, em áreas com a alta vulnerabilidade de aquíferos e em solos frágeis e suscetíveis a erosão, bem como no aumento do consumo de energia elétrica, de água e no aumento da emissão de carga orgânica e inorgânica.

Quanto ao aumento do consumo de energia elétrica, no período de 1998 -1999, registrou-se um crescimento de 2,32% no setor industrial e 3,79% no setor comercial. Em relação ao período de 1999 - 2000, esses números aumentaram para 6,12% no setor industrial (devido ao processo de interiorização industrial apresentado no capítulo anterior) e 13,07% no setor comercial, segundo dados da Prefeitura Municipal de Americana (P.M.A., 1990; P.M.A., 2000b).

Com relação à carga poluidora, no ano de 1993, no município de Americana, segundo LIMA (1997), ela era da ordem de 116.000 KgDBO/dia (Demanda Bioquímica de Oxigênio por dia), sendo que a carga remanescente é da ordem

de 92.000 KgDBO/dia. Este autor ressalta que, por outro lado, a carga poluidora potencial das indústrias em Americana era da ordem de 1,4 milhões de toneladas e, em que pese haver uma taxa de remoção da ordem de 94%, a carga remanescente era da ordem de 85.000 KgDBO/dia, sendo um valor muito próximo do verificado para toda a carga poluidora doméstica.

Com relação ao ano de 2001, a Agência CETESB de Americana forneceu uma Estimativa de Emissão de Carga Orgânica e Inorgânica despejados por indústrias prioritárias (para a CETESB) em quatro municípios (Americana, Sumaré, Nova Odessa e Santa Bárbara D'Oeste) na Bacia Hidrográfica de Piracicaba, demonstrada no Quadro 05, onde podemos verificar a quantidade de KgDBO/dia.

*QUADRO 05 – ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE CARGA ORGÂNICA E INORGÂNICA  
NA BACIA HIDROGRÁFICA DE PIRACICABA*

Municípios	Carga Orgânica			Carga Inorgânica		
	Potencial		Remanescente	Potencial		Remanescente
	Quant. Indus.	Quant. KgDBO/dia	Quant. KgDBO/dia	Quant. Indus.	Quant. Kg/dia	Quant. Kg/dia
Americana	7	27.365.10	5.801.47	2	5.45	0.55
Santa Bárbara D'Oeste	3	1.856.96	41.24	1	0.36	0.07
Sumaré	6	1.503.10	59.32	3	38.38	4.51
Nova Odessa	7	2.195.74	488.3	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>32.920.90</b>	<b>6.390.3</b>	<b>6</b>	<b>44.2</b>	<b>5.13</b>

*FONTE: CETESB (2001)*

Conforme a tabela acima, verificou-se que o município de Americana se destaca nesta Estimativa de Emissão de Carga Orgânica devido à implantação da indústria Fibra S/A, que emite sozinha 1.7070,5 KgDBO/dia, carga correspondente a aproximadamente seis indústrias de grande porte de Sumaré.

Atualmente, o ribeirão Quilombo é campeão nas estatísticas de cursos d'água mais poluídos. Localizado num corredor de serviço, bastante conhecido pelo seu odor característico de uma mistura de produtos químicos e esgotos, além

de sua cor preta e cinza escura, provocada pela larga escala de efluentes e resíduos sólidos industriais. Isso demonstra que os resíduos não estão sendo tratados, acompanhados e dispostos de forma adequada. Este descuido tem ocasionado fortes impactos nos recursos hídricos e na saúde pública (SANTIAGO, 1999).

Segundo BULHÕES (1999), o ribeirão Quilombo recebe aproximadamente 10 (dez) mil quilos DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por dia, quantidade poluente muito maior do que a capacidade de autodepuração, considerando o seu volume de água. Desse total, 8 (oito) mil quilos DBO/dia são despejados pelas indústrias e o restante pelos esgotos domésticos das cidades margeadas por ele (Americana, Sumaré, Hortolândia, Nova Odessa e Nova Veneza), enquanto que o rio Atibaia recebe 6 (seis) mil quilos de DBO/dia em detritos industriais. Mas comparando-se em despejos domésticos, o rio Atibaia, muito mais volumoso, recebe cerca de 3.500 (três mil e quinhentos) quilos de DBO/dia.

As indústrias que despejam detritos no ribeirão Quilombo, registradas pela CESTESB, segundo GOBBO (1999) são: Ceralit S/A Indústria e Comércio; Ashland Res. Sint. S/A; Gevisa, Robert Bosch do Brasil, no município de Campinas; Pirelli, em Sumaré; Tinturaria e Estamparia Wiesel; Ober S/A Indústria e Comércio; Feltrin Irmãos Indústria Têxtil S/A; K.S. Pistões e Tecelagem Hudtelfa Ltda, em Nova Odessa; Degussa S/A; Tecelagem Jacyra Ltda; Distral S/A; Tecelagem Jolitex Ltda; Indústria Têxtil Daruy S/A; Tasa Tinturaria Americana S/A e União Fabril de Americana S/A, no município de Americana.

A política pública, além de incentivar o desenvolvimento industrial com isenção de impostos, adotou medidas de desapropriação de terras particulares, inicialmente em áreas não ocupadas por residências. Mas com o passar do tempo, passaram a fazer parte de bairros residenciais, centrais ou periféricos, estabelecendo-se aí conflitos urbanos. Por mais que as atividades estejam ambientalmente controladas, obedecendo aos padrões estabelecidos, os ruídos e odores são freqüentes e representam uma perda da qualidade de vida.

Segundo a P.M.A. (2001b), no ano de 2000, a agência CETESB de Americana contou com 997 registros de incômodo, sendo que 30% foram relativos a odor, 25,6% a ruído, 19,7% a fumaça, 6,5% a fuligem e 17,4% a outros tipos, sendo que o total de indústrias denunciadas foi de 436.

Diante desses danos ambientais provocados pelo processo de industrialização, surge a necessidade de se criar uma gestão ambiental para o município, que propicie o desenvolvimento industrial sem agravar uma crise social e ambiental, onde o desenvolvimento caminhe junto com uma política ambiental.

Para esta análise será necessário utilizar as ferramentas de Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), como um instrumento de tomada de decisão dentro de uma perspectiva de gestão do território, de uma maneira em que se possa atingir os objetivos específicos apresentados neste presente trabalho.

### **3.3. SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA (SIG) APLICADOS EM ESTUDOS URBANOS**

O espaço urbano é hoje um campo de investigação das mais variadas ciências, sendo objeto permanente de grandes transformações. A urbanização acelerada e o crescimento desordenado, em especial no final do século XX, trouxeram alterações significativas a determinadas regiões do planeta e em especial às cidades.

Neste momento, as técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas surgem com eficácia na análise das mudanças urbanas, facilitando o monitoramento sistemático dessas transformações nas formas de uso e ocupação do território, motivando pesquisadores a se preocuparem com o desenvolvimento de metodologias de zoneamento do espaço urbano.

Desta maneira, essas metodologias têm auxiliado os órgãos de planejamento municipais a conduzirem seus processos de ocupação territorial, enfocando a

ocupação urbana com diferentes finalidades. Desenvolvidas inicialmente no exterior, têm sido cada vez mais aplicáveis às condições brasileiras, pois se caracterizam interdisciplinares, englobando as geociências, cartografia, planejamentos urbanos, geologia, geomorfologia, engenharia etc.

Portanto, neste item, busca-se ressaltar as características e aplicabilidade desses instrumentos em estudos urbanos, como auxiliar no processo de tomada de decisão.

### **3.3.1. SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL**

A técnicas de sensoriamento remoto, em especial ao nível orbital, constituem-se importantes instrumentos de monitoramento ambiental em escala local e global, devido à forma ágil de coleta de informações, à eficiência, à periodicidade e ao custo relativamente baixo.

O uso de dados remotos coletados por satélites iniciou-se na década de 70, com o lançamento do programa *Landsat*, elaborado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), o qual possibilitou um aperfeiçoamento das técnicas digitais para a coleta e processamento de dados espaciais, permitindo o imageamento das áreas do planeta num período de recobrimento de 18 dias (OLIVEIRA, 2000).

As imagens de satélite adquiridas pela plataforma inicial do *Landsat*, chamada ERTS (*Earth Resources Technology Satellites*), geravam imagens com resolução espacial de 80 metros, contribuindo apenas nas análises regionais, pois faltava ao seu sensor MSS a resolução requerida para um detalhamento territorial.

O aumento das resoluções espaciais e espectrais, com o lançamento do sensor TM (*Thematic Mapper*), fez crescer o uso das imagens de satélite, permitindo o recobrimento e registro de dados com mais exatidão da superfície terrestre, numa resolução espacial de 30 metros com um período de recobrimento de 16 dias.

O sistema *Landsat*, por possuir dois sensores, MSS e TM, sendo este último o mais apropriado para estudos urbanos, por apresentar várias bandas do espectro eletromagnético, fazem com que as suas aplicações auxiliem no planejamento territorial e urbano e em estudos de monitoramento do território. Estas, entre outras características desses dois sensores, estão apresentadas no Quadro 06 a seguir.

QUADRO 06 – CARACTERÍSTICAS ORBITAIS DO SISTEMA LANDSAT

Características	Sensor MSS	Sensor TM
<b>Resolução Espectral (em <math>\mu\text{m}</math>)</b>	Banda 4: 0,5-0,6 (Verde) Banda 5: 0,6-0,7 (Vermelho) Banda 6: 0,7-0,8 (IV Próximo) Banda 7: 0,8-1,1 (IV Próx.) Banda 8: 10,4-12,5 (IV Termal- somente no Landsat 3)	Banda 1: 0,45-0,52 (Azul) Banda 2: 0,52-0,60 (Verde) Banda 3: 0,63-0,69 (Vermelho) Banda 4: 0,76-0,90 (IV Próximo) Banda 5: 1,55-1,75 (IV Médio) Banda 6: 10,40-12,75 (IV Termal) Banda 7: 2,08-2,35 (IV Médio) Banda 8: 0,52-0,90 Pancromática-VIS/IV Próximo-somente Landsat 7)
<b>Resolução Espacial</b>	80m para os demais Landsat 240m Landsat 3	30m p/ Banda1 à Banda5 e Banda 7 120m Banda 6 / 15 m Banda 8
<b>Resolução Radiométrica</b>	128 níveis de cinza	256 níveis de cinza
<b>Dimensões de cada imagem</b>	185 Km x 185 Km	185 Km x 185Km
<b>Nº de pixels por imagem</b>	7.722.000	38.020.000
<b>Resolução Temporal</b>	16 dias	16 dias

FONTE: ADAPTADO DE VETTORAZZI (1992), PG. 47.

Um sensor será tanto mais sensível quanto maior o número de bandas que ele tiver, uma vez que isto facilita a caracterização espectral das distintas coberturas. Ao utilizar-se dessa técnica no presente trabalho, faz-se necessário compreender as várias bandas do espectro eletromagnético para que se processem as análises e sínteses como suporte ao planejamento ambiental do território. As principais aplicações dessas bandas estão apresentadas no Quadro 07, a seguir.

QUADRO 07 – PRINCIPAIS APLICAÇÕES DAS BANDAS TM DO LANDSAT 5

Banda 1	Apresenta grande penetração em corpos d' água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos e sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimada ou atividades industriais.
Banda 2	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade ou qualidade, tendo boa penetração em corpos d' água.
Banda 3	Permite bom contraste entre as áreas com vegetação e sem vegetação, como, por exemplo, solo exposto, estradas e áreas urbanas. Apresenta bom contraste entre os diferentes tipos de cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar manchas urbanas e identificação de loteamentos novos. Permite identificação de áreas agrícolas e o mapeamento de drenagem através da visualização da mata-galeria e entalhe nos cursos dos rios com pouca cobertura vegetal.
Banda 4	Permite o mapeamento da rede de drenagem e delineamento dos corpos d'água, apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geologia, geomorfologia e solos. Serve para o mapeamento de regiões que sofrem queimadas e de áreas ocupadas por macrófitas aquáticas (aguapé) e permite a identificação também de áreas agrícolas.
Banda 5	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação. Diferenciação entre nuvens e neves.
Banda 6	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, vegetação, solos e água. Mapas termias diversos.
Banda 7	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Mapeamentos hidrotermiais.

FONTE: VETTORAZZI (1992), PG. 49.

Com o lançamento do satélite *Landsat-7/ETM+*, as mesmas características citadas acima ainda continuam presentes, mas houve um aumento significativo na resolução espacial, com a introdução da banda pancromática (pixel 15 metros) melhorando-se assim o potencial das imagens no planejamento do espaço geográfico, principalmente para a geração de bases de dados urbanos e atualização cartográfica. Entre os usos imediatos da banda pancromática com 15 metros de resolução, combinada com as resoluções espectrais das outras seis bandas do *Landsat-7*, estão a atualização de arruamentos,

identificação de vetores de expansão, tendências evolutivas (séries temporais), expansão urbana etc.

Desta maneira, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto para estudos urbanos vem mostrando-se eficaz na análise de mudanças e conflitos nas formas de uso e ocupação dos territórios, permitindo realizar levantamentos relativos ao ambiente urbano, tais como: alterações da extensão dessas áreas, mudanças de uso, expansão urbana, transformações dentro do ambiente urbano, identificação de cobertura vegetal, índice de vegetação, diagnóstico de impactos ambientais (ocupação industrial, novos loteamentos, terraplanagens, erosões, declividade), classificação e mapeamento de vias etc.

Para KURKDJIAN (1998), o sensoriamento remoto vem contribuindo para a produção de cenários futuros desejados, bem como a seleção e implementação da melhor alternativa, para levar o espaço da situação atual para a situação desejada, onde o planejamento é um processo que objetiva racionalizar a tomada de decisão política e a implementação dos cursos de ação escolhidos.

### **3.3.2. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)**

Ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável para a comercialização. Foi então que a expressão *Geographic Information System* (GIS) foi criada por R. Tomlinson.

Foi também nesta época que começaram a surgir os primeiros sistemas comerciais de CAD (*Computer Aided Design*, ou projeto assistido por computador), que melhoraram as condições para a produção de desenhos e plantas para engenharia e serviram de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada. Também nos anos 70 foram desenvolvidos alguns fundamentos matemáticos voltados para a cartografia incluindo questões de geometria computacional.

O termo Sistema de Informação Geográfica - SIG (*Geographic Information System - GIS*) é aplicado a sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também de sua localização espacial; oferecem aos administradores (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica.

Mas para uma melhor compreensão, faz-se necessário mencionar algumas definições dadas por alguns profissionais brasileiros e estrangeiros.

COWEN (1988, *apud* CÂMARA et. al, 2001) define SIG como: “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de resposta a problemas”.

As principais características do SIG consistem na capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastral urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados (CÂMARA & MEDEIROS, 1996, p.03).

SIG pode ser definido como um sistema baseado em computador que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georreferenciados. Um SIG pode ser visto como a combinação de hardware, dados, metodologias e recursos humanos, que operam de forma harmônica para produzir e analisar informações geográficas (CHRISTOFOLLETTI & TEIXEIRA, 1997, p.05).

EASTMAN (1998) “aponta como característica principal de um SIG, diferenciando-o dos sistemas tradicionais de gerenciamento de banco de dados, a capacidade de combinar e sobrepor informações (layers)”.

Diante dessas definições de SIG, observa-se a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia que aponta para uma perspectiva interdisciplinar. Atualmente existe um grande número de softwares adequados para SIG que possuem condições para interligação de dados gráficos com dados alfanuméricos, armazenados em bases de dados proprietários ou não, como: APIC System; ARC INFO apoiado em AutoCad e ArcView; AutoDesk World; DBMapa e MaxiData apoiados no MaxiCad; GisPlus; IDRISI da Clark University; Map Info; SPRING do INPE, entre outros.

Esses softwares podem apresentar diferenças significativas principalmente na maneira como representam e trabalham com os dados geográficos e a ênfase dada nas várias operações. Apesar de possuírem habilidades diferentes, os principais modelos de SIG são: Sistema de Aquisição de Conversão dos Dados; Banco de Dados Espaciais e de Atributos; Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD); Sistema de Apresentação Cartográfica; Sistema de Análise Geográfica; Sistema de Processamento de Imagens; Sistema de Análise Estatística; Sistema de Apoio à Decisão; Sistema de Modelagem Digital do Terreno (MDT) e Sistema de Digitalização de Mapas.

Como já foi visto no item anterior, *3.3.1 Sensoriamento Remoto Orbital*, a década de 90 também marca a explosão do uso de SIG, devido a sua acessibilidade, e é neste momento em que as atividades comuns ao planejamento urbano começam a ser exercidas em SIG, como: capturar a realidade do espaço geográfico, integrar informações espaciais e gerar mapas.

DENÉGRE (1994) ressalva que a área na qual ocorre o desenvolvimento mais rápido de aplicação ou utilização do SIG é a de planejamento urbano, pelo fato de que no meio urbano concentram-se os conflitos. O autor define SIG como um centro de apoio a planejamentos, em torno do qual tomadores de decisão

visam concentrar seus esforços, e aponta o uso do SIG em aplicações ambientais como uma área em franco desenvolvimento.

O Quadro 08 apresenta algumas funções atribuídas ao SIG que podem fazer parte ou serem resultados de planejamento e gerenciamento ambientais onde podemos verificar uma ferramenta viável para estudos do meio ambiente, planejamentos ambientais e gerenciamento de recursos naturais.

*QUADRO 08 – PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS QUE PODEM UTILIZAR SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS*

<b>Procedimentos em planejamentos</b>	<b>Exemplos de funções atribuídas ao SIG</b>
Avaliar os elementos que compõem o meio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar dados temáticos de forma espacial;</li> <li>• Representar e gerar classificações de florestas;</li> <li>• Expressar, espacialmente, processos físicos, biológicos e populacionais;</li> <li>• Definir estabilidade de encostas;</li> </ul>
Analisar fatos dentro de uma abrangência temporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar a história da dinâmica do uso da terra;</li> <li>• Avaliar a dinâmica histórica regional;</li> <li>• Avaliar causas e conseqüências históricas de desmatamentos;</li> <li>• Representar a evolução ou expansão agrícola;</li> <li>• Mapear as perdas territoriais de tipos de produção;</li> <li>• Mapear vocações territoriais e impactas ambientais temporais;</li> </ul>
Relacionar os fatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cruzar informações politemáticas, com produção de mapas-síntese;</li> <li>• Avaliar a dinâmica do uso da terra em relação à declividade e altitude;</li> <li>• Interpretar áreas de plantio em relação ao clima, solo e declividade;</li> </ul>
Elaborar prognósticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar possíveis causas de impacto e prever futuras conseqüências ambientais;</li> <li>• Medir e inferir sobre a qualidade dos recursos naturais;</li> <li>• Definir cenários futuros;</li> </ul>
Definir zonas ou territórios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonear territórios de acordo com regras pré-estabelecidas;</li> <li>• Identificar áreas de proteção, de refúgios ou habitat exclusivos;</li> <li>• Definir áreas de visão aprazível para lazer;</li> <li>• Planejar rotas ou percursos adequados dentro de uma região;</li> <li>• Selecionar áreas de pastagem;</li> </ul>
Elaborar alternativas de ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar alternativas mitigadoras ou de resolução de conflitos;</li> <li>• Elaborar planos de reflorestamento;</li> <li>• Obter alternativas para manejo de recursos, como manejo de vegetação, considerando-se atributos estruturais das florestas relacionados a outros mapas.</li> <li>• Monitorar o ambiente, como controle do fogo ou propagação de desertificação.</li> </ul>

*FONTE: <DISPONÍVEL EM: [HTTP://ORION.CPA.UNICAMP.BR/REVISTAS/CIGNUM2.HTML](http://orion.cpa.unicamp.br/revistas/cignum2.html)>*,

*ACESSADO EM: 18/11/2002*

Conforme ilustra a tabela acima, estas etapas, bem como o conjunto de métodos adotado, dependem em muito do tipo de planejamento ambiental que se está objetivando. No entanto, independentemente dos objetivos do planejamento, é comum a utilização de uma exaustiva coleção de dados ambientais, que são manuseados entre as etapas de diagnóstico e seleção de alternativas, ou seja, aquelas que se utilizam de métodos que envolvem análise espacial, sistemas de listagens, matrizes e modelos. Em um SIG estas estratégias podem ser encadeadas ou combinadas, as quais subsidiarão o processo de tomada de decisão.

### 3.3.3. ROTINAS DE APOIO À DECISÃO EM SIG

A introdução de rotinas de apoio à decisão no ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) tem possibilitado um aumento na flexibilidade e na complexidade das análises efetuadas com esse instrumento, tais como: impacto, aptidão, viabilidade e conflito urbano.

O processo de análise para a tomada de decisão é baseado em vários critérios, os quais são combinados para uma determinada avaliação que visa a um objetivo específico. Essa avaliação pode ser definida por critérios múltiplos ou múltiplos objetivos, e estes objetivos podem ser complementares ou conflitantes.

Um critério é algo mensurável e avaliável para uma tomada de decisão, e pode ser um **Fator** ou uma **Restrição**. Um fator realça ou ameniza a aptidão de uma alternativa específica para um propósito determinado e uma restrição constitui-se em um limite rígido para as alternativas em consideração (HASENACK, 2001).

Segundo EASTMAN (1998), os sistemas de apoio à decisão são uma das mais importantes funções de um SIG, porém as ferramentas especialmente para este fim existem em número relativamente pequeno, na maior parte dos softwares de SIG. Um exemplo de software que inclui vários módulos que auxiliam no processo de tomada de decisão representado por planos de dados

geográficos é o *Idrisi for Windows*, desenvolvido pela *Clark Labs for Cartographic Technology and Analysis*, localizado na Clark University em Worcester/E.U.A.

Os módulos que auxiliam na construção de mapas de aptidão quando múltiplos critérios estão envolvidos numa decisão, chamados de Avaliação por Critérios Múltiplos (*Multi Criteria Evaluation – MCE*), são os **Métodos Booleanos Simples, Combinação Linear Ponderada** (*Weighted Linear Combination - WLC*) e **Média Ponderada Ordenada** (*Ordered Weighted Average - OWA*).

O modelo **Booleano** é utilizado quando adotam-se requisitos rígidos e restritivos para os critérios envolvidos, o que resulta na classificação de uma área em apta ou não apta para uma determinada finalidade (processo *booleano*). As áreas aptas devem atender plenamente a todos os requisitos dos critérios estabelecidos, em outras palavras, não se assume nenhum risco na decisão.

Esse processo envolve uma combinação lógica de mapas binários através de operadores condicionais, onde cada mapa representa uma condição que pode ser entendida como um Plano de Informação (PI). Os vários planos são combinados para dar suporte a uma decisão ou hipótese. Portanto, cada localização é então testada com a finalidade de determinar as evidências que satisfaçam ou não as regras definidas pelos critérios e fatores. O resultado é expresso de forma binária, “0” (hipótese não satisfeita) e “1” (hipótese satisfeita).

Quando a análise é conduzida tendo como foco empreendimentos públicos ou privados que irão impactar o meio ambiente, como, por exemplo, a atividade industrial – objeto de estudo deste presente trabalho - torna-se necessária a adoção do módulo **Combinação Linear Ponderada** (*Weighted Linear Combination – WLC*), que busca uma flexibilidade na tomada de decisão, ou seja, o re-escalamento de riscos, permitindo que um fator favorável compense outro desfavorável durante a avaliação.

Para EASTMAN (1998), este é um método onde cada mapa de entrada utiliza uma evidência que recebe um peso diferente (bem como as respectivas classes de planos de informação), dependendo da importância para com a hipótese sobre consideração. O resultado se constitui em um mapa com áreas que expressam um grau de importância relativa através dos valores numéricos de saída, permitindo uma maior flexibilidade na combinação de mapas do que o método *Booleano*.

Na combinação linear ponderada, os fatores não são reduzidos a simples restrições *booleanas*, onde as decisões são rígidas de definição de uma área em particular como apta ou não apta, mas sim os fatores são padronizados para uma escala contínua de aptidão de 0 (menos apta) a 255 (mais apta).

Para este tipo de padronização em WLC, EASTMAN (1998) utiliza o conceito relativo/probabilístico (*Fuzzy*), o qual permite definir as áreas que são aptas e o limite entre o apto e o inapto para os fatores. As áreas aptas e inaptas constituem medidas contínuas, onde os fatores resultantes a serem produzidos são desenvolvidos usando funções de associação e reescalonamento a conjuntos *Fuzzy*.

O emprego desses conjuntos é indicada sempre que tiver que lidar com ambigüidade, abstração e ambivalência em modelos empíricos, pois consiste em um método de caracterização de classes, que por várias razões não têm ou não podem definir limites rígidos (bordas) entre classes (BURROUGH & MCDONNELL, 1998 *apud* CÂMARA et. al, 2001).

Esta combinação (WLC) permite não apenas reter toda a variabilidade dos dados contínuos, mas oferece também a possibilidade dos fatores compensarem-se com os outros. Um escore de aptidão baixo em um fator para uma área qualquer pode ser compensado por um escore alto de aptidão em outro fator. A forma como ocorre a compensação de um fator com o outro é determinada por um conjunto de pesos dos fatores que indica a importância relativa de cada fator, chamada de Comparação Pareada. Essa comparação refere-se à importância relativa dos fatores na determinação de sua aptidão

para o objetivo proposto; para isso, utiliza-se o módulo *Weight* do software *Idrisi* for Windows.

O módulo informa os novos pesos juntamente com uma taxa de consistência de instruir o usuário sobre qualquer inconsistência ocorrida durante o processo de comparação pareada, o que permite um processo interativo, pelo qual o usuário pode experimentar uma variedade de esquemas de ponderação (atribuição de pesos). O valor da taxa de consistência, ou “fator de consistência”, varia entre 0 e 1, sendo 0 o indicador de completa consistência do processo de julgamento.

Este procedimento de agregação afasta a análise do extremo da aversão ao risco da operação AND, pois o método WLC permite a análise exatamente das operações AND (Mínimo) e do OR (Máximo) onde não há nenhum risco extremo e nenhum extremo de aversão ao risco (Figura 14).



FIGURA 14 – GRÁFICO DE COMPENSAÇÃO

FONTE: EASTMAN (2001) PG. 13.

Segundo CÂMARA et. al (2001), o processo de comparação pareada, bem como o cálculo dos pesos e a taxa de consistência entre os fatores, fazem parte da estruturação de um modelo matemático hierárquico chamado de Processo Analítico Hierárquico (*Hierarchical Analytical Process* – AHP).

Com relação ao método **Média Ponderada Ordenada** (*Ordered Weighted Average* – OWA), ele é similar à Combinação Linear Ponderada (*Weighted*

*Linear Combination – WLC*) consistindo na agregação de critérios, que são padronizados e ponderados.

A utilização do OWA, para EASTMAN (1998), permite oferecer uma variedade de soluções possíveis, com as quais pode controlar o Nível de Risco (*Andness*) assumido em MCE, cujo grau dos pesos dos fatores (pesos de compensação) influencia no mapa final de aptidão. O controle sobre o nível de risco e sobre a compensação é feito especificamente em um conjunto de pesos de ordenação para as diferenças de posições de ordem hierárquica dos fatores em cada local (*pixel*).

Os pesos de ordenação governam primeiramente o grau com o qual os pesos dos fatores influenciam no procedimento de agregação. Após a aplicação dos pesos dos fatores (em algum grau) aos fatores originais, os resultados são ordenadas da aptidão mais baixa à mais elevada em cada local. Isto, possibilita ponderar os fatores com base em sua ordem de valor mínimo ao valor máximo para cada local.

Este deslocamento relativo em direção ao mínimo ou ao máximo dos pesos de ordenação permite também controlar o nível de risco (*Andness*), e o próprio risco, enquanto o grau permite distribuir uniformemente os pesos de ordenação ao longo de todas as posições, como já demonstrado na Figura 14. Isso possibilita também controlar o nível de compensação global, ou seja, o grau com a qual os pesos dos fatores influenciam.

EASTMAN aplica a ponderação dos pesos de ordenação dos fatores aos fatores originais, executando OWA nos seguintes critérios de risco e compensação: Risco Médio e Compensação Plena; Risco Baixo e Nenhuma Compensação; Variando Níveis de Risco e Compensação e Agrupamento de Fatores de acordo com a Compensação.

Já os módulos que atendem as decisões quando objetivos múltiplos e conflitantes estão envolvidos dentro de um processo de tomada de decisão, utilizam as técnicas de **Rank** e **Mola**. Segundo EASTMAN (1998), estes

módulos possibilitam identificar áreas que maximizem as regras de decisão que são parte da estratégia de decisão para um único objetivo como, por exemplo, definir áreas que são aptas ao desenvolvimento residencial e industrial.

O módulo **Rank** aplica-se a uma imagem binária resultante do módulo MCE (*Multi Criteria Evaluation* – Avaliação por Multi-Critérios), o qual permite que os objetivos que competem entre si sejam padronizados de modo a tornarem-se comparáveis. Ao mesmo tempo possibilita o emprego da técnica heurística de decisão para objetivos conflitantes (*Mola*). Este módulo estabelece um ordenamento hierárquico do valor de células de acordo com algum índice, podendo ser descendente (isto é, célula com o maior valor de aptidão terá o menor número de ordem hierárquica) ou ascendente. O resultado consiste numa classificação de células em um grau específico de melhores ou piores de uma área específica que atenda um dado objetivo (EASTMAN, 2001).

Com relação ao módulo **Mola**, possibilita resolver os objetivos conflitantes a partir do ordenamento hierárquico de células de cada objetivo, resultando na identificação de áreas que maximizam a aptidão para cada objetivo envolvido na análise de conflito através de uma solução de consenso (EASTMAN, 2001).

A utilização dos módulos (ou rotinas) de apoio à decisão do software *Idrisi*, envolvendo critérios, constituirá em um importante instrumento na determinação da metodologia e na busca dos resultados, contribuindo na definição do problema de impacto ambiental provocado pela atividade industrial, na avaliação e seleção de alternativas, bem como na criação de cenários sustentáveis que garantam a viabilidade ambiental no que concerne à localização de empreendimentos industriais.

#### **4. METODOLOGIA**

Resgatando a revisão bibliográfica, pode-se verificar que a incerteza quanto ao futuro das cidades tem vigorado pelas profundas transformações no cenário mundial advindas do esgotamento do modelo de desenvolvimento industrial fordista, do advento da globalização financeira e da perda de capacidade dos Estados Nacionais de regularem suas economias.

Segundo ACSELRAD (2001), esse cenário tem favorecido o surgimento de modelos de gestão urbana, difundidos num novo modelo de desenvolvimento urbano, baseado nos princípios da democratização dos territórios, no combate à segregação socioespacial, na defesa dos direitos de acesso aos serviços urbanos e na superação da desigualdade social da globalização na exposição aos riscos ambientais.

É neste contexto, e buscando a sustentabilidade urbana como alicerce de um processo de gestão do território, acredita-se, que se encaixam as preocupações e a contribuição deste presente trabalho.

A metodologia a conduzir esta pesquisa se constituiu de duas fases. A primeira fase segue basicamente o fluxograma de atividades adotado por LOMBARDO (1985, *apud* MORENO, 2000b), apresentado na Figura 15. A segunda fase demonstra o desenvolvimento dos métodos adotados para cada etapa: obtenção de dados e informações, ferramentas e softwares utilizados na criação e discussão dos cenários (Figura 15<sup>A</sup>), os quais serão apresentados no decorrer da pesquisa.

Desta maneira, o caminho para atingir os objetivos propostos constitui-se no desenvolvimento de vários métodos que em conjunto formam um processo metodológico, pois segundo o Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, MÉTODO (1986) significa:

*“...um caminho para chegar a um fim...pelo qual se atinge um objetivo“.*

Como este presente trabalho constitui-se de vários objetivos na elaboração de cada etapa, e não de um único objetivo, faz-se necessária a elaboração de uma metodologia que possibilite reunir as técnicas e processos para alcançar o objetivo específico, de desenvolver um modelo de gestão ambiental para o território de Americana-SP, que busque a (re)qualificação espacial do processo de industrialização.

Figura 15: fluxograma da metodologia 1

Figura 15<sup>a</sup>.: Fluxograma da metodologia 2

#### 4.1. MATERIAL

Para a realização do presente trabalho, foi necessária a utilização dos seguintes materiais:

- Cartas planialtimétricas em escala 1:50.000, 1969, eqüidistância entre curvas de nível de 20m, elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), folhas Americana, Limeira e Cosmópolis;
- Carta geológica do município de Americana, na 1:500.000, 1996, elaborada pelo Instituto Geológico de São Paulo (IG);
- Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo, na escala 1:100.000, quadrícula de Campinas, 1997, elaborada pelo Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo (IGC);
- Imagens orbitais do satélite LANDSAT-7, sensor ETM+, passagem de 10/03/2002, órbita/ponto 220/76, quadrante D, bandas 3,4,5,7,8. Fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ao Projeto SEAC/CONSEPE –186/2000 (MORENO, 2000a);
- Software de digitalização e edição vetorial *Cartalinx for Windows*, versão 1.2, desenvolvido pela *Clark University*;
- Software de geoprocessamento *Idrisi for Windows*, versão 32.2;
- Software de geoprocessamento *MAXIData* e *DBMapa for Windows*, apoiados no software *MaxiCad*;
- Mesa digitalizadora *Summagraphics Summagrid V*, formato A0;

## 4.2. MÉTODOS

O primeiro passo desta metodologia se constitui na estruturação da base cartográfica digital, onde os dados foram transformados em planos de informações individuais (PI), apresentadas no capítulo 2. *Caracterização da Área de Estudo.*

Essas informações, tais como: relativas às curvas de nível; infra-estrutura e rede hidrográfica, extraídas das cartas do IBGE na escala 1:500.000; geológicas adquiridas pelo Instituto Geológico de São Paulo (IG) na escala 1:500.000; e pedológicas na escala 1:100.000 pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), foram digitalizadas usando o software *Cartalinx* for Windows versão 1.2 desenvolvido pela *Clark University*.

Depois de editados, os arquivos *vetoriais* oriundos da digitalização foram processados no software *Idrisi* for Windows, versão 32.2 (*Clark University*), constituindo-se o banco de dados digital em formato *raster*, com uma resolução de pixel de 15m, o que vem compatibilizar o cruzamento das informações com as imagens de satélites (georreferenciadas) com uma resolução espacial de 15m.

Uma vez estruturado e modelado o banco de dados, desenvolveram-se métodos para combinar e cruzar esses planos de informações anteriormente descritos, no objetivo de retratar a realidade do espaço geográfico do município de Americana-SP, quanto aos aspectos:

- Relevo: Modelo Digital do Terreno;
- Morfologia do Solo;
- Suscetibilidade à Erosão; e
- Uso do Solo.

Baseado nesta análise global do cenário estudado e através de uma seleção de parâmetros ambientais que melhor respondem sobre a qualidade do meio ambiente, que concerne à localização de atividades industriais, pode-se, então, determinar critérios para uma Adequação Ambiental na Implantação de Área e/ou Distritos Industriais, ao mesmo tempo buscam-se os objetivos propostos, de propor um Processo de Tomada de Decisão e um Processo de Mitigação.

#### 4.2.1. ELABORAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)

Segundo CÂMARA et. al (2001), o modelo digital do terreno é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Dados de relevo, informações geológicas, levantamentos de profundidade do mar ou de um rio, informações meteorológicas e dados geofísicos e geoquímicos, são exemplos típicos de fenômenos representados por um MDT.

Para a representação da uma superfície real da área em estudo foi criado um MDT representado por uma rede (grade) de pontos de modo a transmitir as características espaciais do terreno. Segundo este mesmo autor, existem dois tipos de modelo: Grade Regular Retangular, utilizada em aplicações quantitativas, e Irregular Triangular, utilizada em aplicações qualitativas, apresentadas na Figura 16.

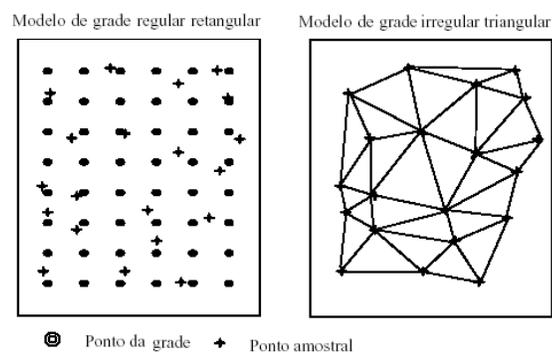


FIGURA 16 – MODELO DE GRADE REGULAR RETANGULAR E IRREGULAR TRIANGULAR

FONTE: CÂMARA ET. AL. (2001), PG.7-9.

Neste caso foi empregado o modelo de grade irregular triangular, ou seja, Rede Irregular Triangular (*Triangulated Irregular Network* - TIN) do software *Idrisi*, que consiste em um poliedro de faces triangulares onde os pontos amostrados são conectados por linhas para formar triângulos.

Adotou-se neste modelo o critério de Triangulação de *Delaunay*, que consiste na maximização dos ângulos mínimos. Segundo EASTMAN (2001), ao utilizar a opção **Contraída**, o arquivo de vetor (neste caso, as curvas de nível) é requerido como contribuição e a triangulação é contraída de uma maneira em que as extremidades do triângulo não cruzam as linhas, evitando triangulação com ângulos internos muito agudos.

Desta maneira, o método empregado na elaboração do modelo MDT da área em estudo, apresentado no fluxograma da Figura 17, envolveu a digitalização das curvas de nível, no software *Cartalinx 1.2*, extraídas das cartas topográficas. Neste software, as curvas de nível foram editadas e exportadas para o ambiente *Idrisi*, e transformadas em arquivo *raster*. Através do módulo *TIN/Interpolation* foi possível gerar a modelagem do terreno apresentado na Figura 31 do capítulo 5. *Resultados e Discussões*.

FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA ANÁLISE DO MDT

#### 4.2.2. ELABORAÇÃO DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO

O método empregado para a geração do mapa morfológico do solo, apresentado no fluxograma da Figura 18, constitui-se da composição das informações quanto a pedologia e declividade, aqui entendida como de extrema importância na reprodução de áreas possíveis a indução e restrição à industrialização para a elaboração do mapa zoneamento ambiental (imagem resultante do item 4.2.6 *Processo de Tomada de Decisão*).

A estrutura pedológica – Figura 08 – (apresentada no capítulo 2. *Caracterização da Área de Estudo*) representa as principais classes do solo do Brasil segundo os autores OLIVEIRA et. al (1979 e 1992), OLIVEIRA (1999) e CBH-CPJ (2002).

Com relação à carta de declividade foi necessário, através do modelo digital do terreno, determinar a declividade percentual (apresentada na Figura 32 do capítulo 5. *Resultados e Discussões*), utilizando para este procedimento o módulo *Surface/Slope* do software *Idrisi*.

A partir deste resultado, a imagem foi reclassificada (apresentada na Figura 33 do capítulo 5. *Resultados e Discussões*) nos seguintes intervalos de declividade: 0 – 5%; 5 – 10%; 10 – 20%, > 30%, conforme estudos de RANIERI (1996, *apud* MORENO, 2000b), BERTONI & LOMBARDI (1990).

Para a verificação da morfologia do solo, foi necessário fazer um cruzamento dos mapas pedológicos e intervalos de declividade, utilizando o módulo *Crosstab* do software *Idrisi*. A imagem resultante deste procedimento está apresentada na Figura 34 do capítulo 5. *Resultados e Discussões*.

*FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NA ANÁLISE DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO*

#### **4.2.3. ELABORAÇÃO DA CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO**

Segundo LIMA et. al (1992) a determinação do risco de erosão e a previsão de perda de solo são importantes subsídios para o planejamento ambiental de uma região. Para BERTONI & LOMBARDI (1990), a exposição do solo à ação das chuvas ocasiona a perda de sua camada mais fértil, causando assoreamentos nos leitos dos cursos d'água, caracterizando a perda do solo por erosão (erosão hídrica).

O procedimento para a elaboração desta carta constitui-se de uma matriz de decisão adaptada de RANIERI (1996, *apud* MORENO, 2000b), apresentado no Quadro 09. A autora baseou-se em dados quantitativos, com o uso da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), apontado por BERTONI & LOMBARDI (1975) para alguns solos do estado de São Paulo; e em dados qualitativos, como mapas pedológicos, declividades do terreno e uso do solo por culturas de transição (anuais).

**QUADRO 09 – MATRIZ DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO  
DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO**

Categorias de Solos	Intervalos de Declividade				
	0 - 5%	5 -10%	10 - 20%	20 - 30%	> 30%
Latossolo Roxo	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolo Vermelho-Escuro	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolo Vermelho-Amarelo	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólico Vermelho-Amarelo	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólico Vermelho-Escuro	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Roxa Estruturada	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Roxa Estruturada Latossólica	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Roxa 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
Combissolos	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) APUD MORENO (2000B), PG. 87.*

O método utilizado para o desenvolvimento deste cenário (apresentado no fluxograma da Figura 19), seguiu as seguintes etapas da proposta adotada por ALVES (1997) *apud* MORENO (2000b). A imagem resultante deste procedimento está apresentada na Figura 35 do capítulo 5. *Resultados e Discussões*:

- Primeira Etapa: separar os solos em imagem binária através do módulo *Surface, Slope e Reclass* do software *Idrisi*.
- Segunda Etapa: definem-se os intervalos de declividades, os quais são multiplicados através do módulo *Overlay* do software *Idrisi* com as imagens binárias de cada solo.
- Terceira Etapa: re-classificar conforme a matriz de decisão para a determinação da suscetibilidade à erosão de cada solo, demonstrado no Quadro 09.
- Quarta Etapa: através do módulo *Overlay*, somam-se as imagens de suscetibilidade à erosão de cada solo que compõe o território em análise.

Figura 19: Fluxograma do Mapa de suscetibilidade a erosão

#### 4.2.4. ELABORAÇÃO DO MAPA DE USO DO SOLO

O rápido desenvolvimento urbano e industrial no município de Americana vem alterando significativamente as características de ocupação do solo. Segundo o IG (1996), este município apresenta a maior consolidação urbana, em relação aos municípios da média bacia do rio Piracicaba, com características semelhantes às grandes metrópoles: intensa verticalização, processo de favelização, ocupação em áreas de preservação, poluição das águas em virtude da instalação de indústrias e outras fontes poluidoras.

Para uma avaliação deste cenário conflitante, que aponte um quadro de sustentabilidade para um desenvolvimento harmônico com os fatores ambientais presentes neste território, faz-se necessária a elaboração do mapa de uso do solo.

Para gerar esse mapa utilizou-se imagem orbital obtida do sensor *Thematic Mapper* (ETM+), instalado a bordo do satélite *Landsat-7* sob a forma de imagem digital, que envolveu várias etapas de processamento e classificação:

- a) **Georreferenciamento das Imagens:** o georreferenciamento das imagens de sensoriamento remoto do meio ambiente são usualmente captadas a grande distância da superfície da terra onde estão sujeitas a uma variedade de distúrbios sistemáticos e aleatórios que degradam a qualidade da imagem.

O objetivo de obter uma representação da superfície da área o mais fiel possível à realidade e ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas, faz com que o georreferenciamento torne-se um procedimento importante. Segundo VETTORAZZI (1992), no Brasil, o sistema de projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*) é utilizado como padrão para mapas.

Para o georreferenciamento das imagens foi preciso empregar 16 pontos de controle dispersos, identificados nas cartas base em sistema de coordenadas UTM e nas imagens de satélite (bandas: 3, 4, 5, 7, 8), envolvendo

procedimentos de correção e calibração. Através do módulo *Composite* do software *Idrisi* foi possível fazer a composição 543.

Obteve-se um erro de georreferenciamento na banda 345 de 0,002 pixel, sendo que o erro máximo aceitável é de  $\frac{1}{2}$  pixel, segundo MORENO (2000b). As estatísticas de georreferenciamento estão apresentadas no Apêndice A.

Para obter uma resolução espacial de 15 metros foi necessário fazer uma transformação de RGB 345 para IHS, associado à banda pancromática (banda 8), através do módulo *Colspace* do software *Idrisi*. Essa transformação, de 30 metros para 15 metros (1.600 colunas e 1.200 linhas) utilizando IHS, tem por objetivo obter a consistência das cores nesta resolução, pois o ser humano possui maior discriminação de cores do que níveis de cinza. O uso das cores aumenta significativamente a quantidade de informações que pode ser exibido com a refletância dos alvos em análise.

Segundo VIADANA (1995), a transformação no espaço das cores ou transformação IHS parte do princípio de que a descrição das propriedades de um objeto numa imagem é feita em termos de Intensidade (*Intensity*), Matiz (*Hue*) e Saturação (*Saturation*), pois estas descrevem as sensações subjetivas de brilho, cor e pureza da cor, respectivamente, o que não é alcançado com os componentes RGB - Vermelho (*Red*), Verde (*Green*) e Azul (*Blue*). Após a operação as imagens são convertidas novamente para o espaço RGB. Na Figura 20 está apresentado um esquema deste procedimento.

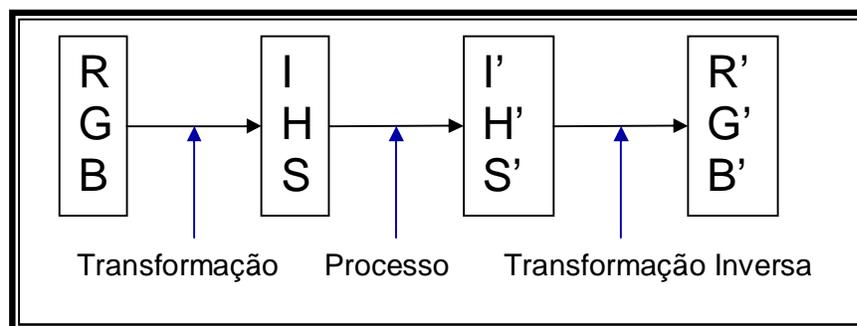


FIGURA 20 – PROCESSAMENTO DE IMAGENS NO ESPAÇO DAS CORES (RGB - IHS)  
 FONTE: ADAPTADO DE SCHOWENGERDT (1983), PG. 122  
 APUD VIADANA (1995) PG. 19

Essa transformação - RGB para IHS e IHS para RGB – apresentada na Figura 20, possibilitou obter um maior controle sobre o realce das cores e sobre a classificação dos alvos na imagem. Desta maneira, a área em estudo compreende entre as coordenadas UTM 253 Km e 277 Km em  $x$ ; e 7494Km e 7476Km em  $y$ .

**b) Classificação das Imagens:** a classificação baseou-se na detecção de assinaturas espectrais (ou seja, padrões de resposta espectral) das classes de cobertura do solo denominadas de áreas de treinamento, onde a decisão foi definida sobre a associação de um pixel a cada classe determinada. O fluxograma com as reflectâncias das assinaturas espectrais estão no Apêndice A.

Após o exame das reflectâncias de cada pixel com suas respectivas assinaturas, e através do trabalho de campo para checar a verdade terrestre das áreas de treinamento, pode-se definitivamente classificar a imagem.

Uma vez definidas as assinaturas espectrais das categorias conhecidas foi conduzida a classificação supervisionada por máxima verossimilhança através da rotina *Maxlike* do sistema *Idrisi*.

Segundo EASTMAN (2001), esta classificação está baseada na função de densidade de probabilidade, associada em particular a cada assinatura das áreas de treinamento. Os *pixels* nomeados são classificados com base em uma comparação de probabilidade com que cada pixel determinado pertence à assinatura ou classe consideradas.

**c) Exatidão de Mapeamento:** para avaliar estatisticamente a exatidão do mapeamento, após a classificação supervisionada, utilizou-se o módulo *Errmat* do software *Idrisi*, que consiste em uma matriz de erro que tabula as classes de cobertura do solo diferentes para as quais foram nomeadas e investigadas as verdades terrestres EASTMAN (2001).

Na matriz de erro, 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.

No Quadro 10 está demonstrada uma simulação, onde os erros de inclusão ocorrem quando um ponto é identificado como da classe A, quando na realidade pertence a outra classe, enquanto que os erros de omissão ocorrem quando um ponto é identificado como pertencente a outra categoria, quando na realidade é membro da classe A.

QUADRO 10 – EXEMPLO DE MATRIZ DE ERRO

		Valores Terrestres					
		A	B	C	D	Total	Erro de Inclusão
Mapa de Uso Do Solo	A	24	0	0	3	27	0,11
	B	3	36	16	0	55	0,25
	C	0	0	28	0	28	0,00
	D	2	0	0	14	16	0,12
	Total	29	36	44	17	126	
	Erro de Emissão	0,17	0	0,36	0,18		0,19

O módulo *Errmat*, além de fornecer uma matriz de erro, que determina a concordância entre o mapeamento e a verdade terrestre, testa através do Índice Kappa se as diferenças entre as duas imagens são devidas ou se realmente discordam.

O *Idrisi* calcula o Índice Kappa por categoria e para a imagem toda, onde sua estatística é calculada de acordo com LILLESAND & KIEFER (1994).

$$k = \frac{N \sum_{i=1}^r n_{ii} - \sum_{i=1}^r (n_{i+} * n_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (n_{i+} * n_{+i})} \dots\dots\dots(01)$$

Sendo,

- $r$  = dimensão da matriz quadrada;
- $n_{ij}$  = número de observações na linha  $i$ ;
- $n_{i+}$  = total marginal da linha  $i$ ;
- $n_{+i}$  = total marginal da coluna  $i$ ;
- $N$  = número total de *pixels* amostrados

De forma computacional o Idrisi calcula Kappa através do módulo *Errmat*, como:

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \dots\dots\dots(02)$$

Sendo,

$P_o$  = representa a exatidão geral da classificação (soma da coluna diagonal da matriz dividida pelo numero total de pixels amostrados);

$$P_e = \sum p_{i+} p_{+i} \dots\dots\dots(03)$$

Sendo,

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

LANDIS e KOCH (1997) ressaltam, para a avaliação dos valores obtidos de Kappa, baseia-se numa tabela, demonstrada no Quadro 11, onde os valores de K encontrados são julgados.

QUADRO 11– QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO ASSOCIADA AOS VALORES DE 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 (1997)

**d) Localização das Áreas Urbana e Industrial:** as classes referentes à área urbana e à área industrial foram as últimas a serem introduzidas na imagem classificada, que evoluiu duas etapas:

A primeira etapa se constitui na obtenção da área urbana, elaborada através do módulo *Group* do software *Idrisi*, que consiste num agrupamento de *pixels* da imagem classificada, que possibilitou distinguir a área urbana das demais coberturas de solo. Sendo assim, com o auxílio do módulo *Reclass* pode-se extrair a área urbana da imagem de uso do solo.

A segunda etapa se constitui em mapear as áreas industriais na área em estudo. Para este procedimento foi feito um levantamento, juntamente com o Cadastro de Atividades (CA) da Prefeitura Municipal de Americana P.M.A. (2001c), em que foram diagnosticadas 1.351 indústrias no município. Destas, apenas 11 indústrias não foram localizadas. A partir disso, foram lançadas num banco de dados, vinculado aos softwares *MAXIData* e *DBMapa*, sendo possível espacializá-las e exportá-las para o ambiente *Idrisi*.

Segundo informações do Cadastro de Atividades, estas informações não estão atualizadas. Desta maneira, faz-se necessário, com o auxílio das fotografias áreas Ortofoto, verificar a verdade terrestre destas indústrias, apresentada no Apêndice B. Está apresentada também no Apêndice B, a classificação quanto

ao tipo de indústria, bem como a quantidade e localização por setor de planejamento.

Uma vez extraídas as informações da classe urbana (Figura 21) e industrial (Figura 22) pode-se elaborar a carta temática de uso do solo (Figura 36 apresentada no capítulo 5. *Resultados e Discussões*), através de uma operação de soma do módulo *Overlay* do software Idrisi, bem como caracterizar suas respectivas classes (Quadro 12).

O método empregado na obtenção desta carta temática está exemplificado em forma de fluxograma na Figura 23 e 23<sup>A</sup>.

QUADRO 12 – CLASSES DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERIZAÇÃO

Classes	Características
Água	Área de rios, represa e pequenos lagos;
Aguapé/ Vegetação Rasteira	Área de gramínea e aguapé dentro da represa;
Cultura de Cana	Cultura semi-perene de cana de açúcar com pequenas áreas de solo exposto e agricultura anual;
Solo Exposto	Agricultura anual, pastagem extensiva;
Pasto	Áreas de solo exposto e de vegetação rasteira;
Vegetação Arbórea	Vegetação de vários portes associados ao reflorestamento;
Vegetação Nativa	Vegetação natural fechada a semi-alterada;
Vegetação Aquática	Capim dentro da represa
Vegetação Paludosa	Vegetação natural próxima aos cursos de água e semi-extensiva;
Urbano	Solo urbano ou construído, de uso residencial, comercial, serviços e transporte;
Industrial	Solo industrial e complexo industrial.

FONTE: GALETI (1973) APUD MORENO (2000B), PG. 95.

Figura 21: área urbana

Figura 22: área industrial

Figura 23: Fuxograma 1 uso do solo

Figura 23<sup>a</sup>.: Fluxograma 2 uso do solo

#### **4.2.5. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA IMPLANTAÇÃO DE ZONAS E/OU DISTRITOS INDUSTRIAIS**

A atividade industrial, assim como outras atividades humanas, tem um potencial de alteração do meio ambiente representado diretamente por processos de poluição (do ar, das águas, do solo), ou pela utilização em larga escala de recursos naturais (água, solo, minerais etc.), ou ainda, indiretamente pela indução de outras atividades modificadoras do meio ambiente (urbanização acelerada, serviços de infra-estrutura, agricultura, atividades extrativistas etc.).

Assim, a inclusão de critérios ambientais nos estudos sobre a localização industrial, além dos critérios tradicionalmente utilizados (acesso, infra-estrutura, mercado, mão-de-obra etc.) visa assegurar um uso racional dos recursos naturais, bem como compatibilizar os conflitos entre as atividades industriais e as demais atividades urbanas e rurais, resultando em um desenvolvimento sustentável.

No objetivo de fornecer subsídios técnicos, institucionais e legais necessários a um efetivo planejamento da atividade industrial, estabelece critérios baseados em normas e padrões ambientais, que possibilite orientar a implantação de zonas e/ou distritos industriais.

A escolha de áreas industriais resultou na conjugação de vários critérios, tanto daqueles associados aos interesses da produção, como relativos aos aspectos ambientais. A avaliação conjunta desses parâmetros, que se caracterizam por **critérios restritivos e fatores de indução**, permitiu subsidiar o processo de tomada de decisão sobre a melhor localização de distrito e/ou zona industrial, do ponto de vista de sua adequação ao meio ambiente, levando em consideração também os aspectos sócios-econômicos.

Os critérios restritivos para esta análise baseiam-se na geologia, pedologia, hidrologia e declividade, tendo por objetivo delimitar áreas para o uso industrial. Já os fatores são os critérios que realçam ou diminuem a aptidão relativa das áreas restantes para essa locação industrial, sendo infra-estrutura, suscetibilidade à erosão e declividade.

Desta maneira, os critérios utilizados neste presente trabalho estão descritos a seguir:

#### **a) Critérios de Restrição**

Geologia: Com relação a esse critério, devem ser evitadas áreas frágeis do ponto de vista geotécnico, tendo em conta não só os aspectos de encarecimento das obras de fundações, como a vulnerabilidade aos fenômenos de erosão. Desta maneira, estabelece a proteção de áreas de recarga de aquíferos contra a poluição de resíduos (Lei Estadual nº6.134 de 02/06/1988) tendo por objetivo restringir as seguintes unidades geológicas:

- Aluviões (Ca) e Coberturas Arenosas (Cca) devido à ocorrência mais restrita, representada pelas planícies fluviais ao longo dos principais cursos d'água (rio Jaguari, Atibaia e Piracicaba), pois se constitui área de proteção de mananciais, envolvendo principalmente a preservação da mata ciliar (Código Florestal nº7441/65). Acrescenta-se isso a alta vulnerabilidade natural dos aquíferos à poluição e o risco de enchentes, o que torna sua ocupação industrial desfavorável.
- Diabásio do Jurássico Cretácio, por aflorar como rochas frescas ao longo dos rios Atibaia e Jaguari e no ribeirão Quilombo, apresentando baixa fragilidade.
- Arenitos Laminados (laf) do sub-grupo Itararé, pois caracteriza-se principalmente pelo relevo de colinas pequenas e médias vinculado a arenitos e lamitos. Distribui-se por toda a área, geralmente em faixas descontínuas de direção, grosso modo, leste-oeste, separadas por interflúvios de colinas amplas.

Pedologia: Também devem ser avaliadas as condições de permeabilidade do solo a fim de conhecer a capacidade de infiltração de efluentes líquidos, bem como a vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição industrial. Com relação a esse critério, o Instituto Geológico (IG, 1996) apresenta estudos sobre a capacidade de suporte do solo, bem como sua permeabilidade devido a qual estabelece:

- Há restrição de Solos Litólicos, Hidromórficos e Aluviais por apresentar alta permeabilidade, capacidade de infiltração de efluentes líquidos e alta vulnerabilidade de águas subterrâneas quanto a poluição industrial.

Hidrologia: Os cursos de água têm grande importância na localização de distritos e/ou zonas industriais, tanto do ponto de vista do atendimento das condições necessárias à sua preservação; como do ponto de vista da otimização das possibilidades de sua utilização para abastecimento de água e afastamento dos efluentes líquidos. Desta maneira, a Portaria Ministerial nº124 de 24/08/1980 dispõe:

- Restrição quanto ao lançamento de efluentes líquidos nas várzeas, estabelecendo uma zona de proteção, com uma distância mínima de 200 metros em relação aos corpos d'águas, proibindo a instalação de qualquer atividade industrial.

Declividade: Resolução CONAMA nº04-09 /1985

- Restrição quanto ao uso industrial nas “cuestas” e “escarpas” com declividade acima de 30% numa faixa de 200 metros.

## **b) Fatores de Indução**

Infra-Estrutura: As áreas industriais, quando corretamente localizadas, devem ter os seus conflitos reduzidos ao mínimo. A adoção de um critério simplista de segregação, que provoque uma marginalização das áreas industriais com relação à cidade, não é o mais desejável. Ao contrário, as áreas industriais devem ser integradas ao conjunto urbano. Neste sentido, sua distância e os

acessos com o restante da cidade foram considerados, tanto no que diz respeito aos veículos como aos pedestres.

Deve-se considerar também, além das facilidades de acesso local e regional, os aspectos ambientais decorrentes do crescimento do tráfego gerado pelas atividades industriais, como: poluição do ar causada pelos veículos automotores, os possíveis conflitos entre o tráfego industrial com o local, tendo em conta as condições de segurança, inclusive com relação a possíveis acidentes provocados pelo transporte de cargas perigosas, notadamente em áreas urbanas. Neste aspecto, sempre que possível, sugere a segregação do tráfego industrial das áreas urbanizadas, para fins residenciais.

Desta maneira, a Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1991) estabelece normas, critérios e padrões ambientais para condições de acesso:

- Em se tratando de um distrito e/ou zona industrial, levando-se em consideração as questões abordadas acima, adotam-se 1.000 metros como distância máxima da infra-estrutura.

Suscetibilidade à Erosão: Com relação a este critério, a Secretaria do Estado do Meio Ambiente também estabelece que devem ser evitadas áreas vulneráveis aos fenômenos de erosão e escorregamento de encostas e taludes. Os critérios para a suscetibilidade à erosão são:

- Baixa (solo argiloso e/ou argilo-arenoso e declividade <1%); Média (solo arenoso e declividade >1% e <2%); Alta (solo areno-argiloso e declividade > 2% e <3%) e Muito Alta (solo arenoso e declividade > 2% e <4%).

Declividade: A topografia deve ser uma das primeiras preocupações na seleção de áreas industriais. Existe um limite geralmente aceito para as declividades dos terrenos destinados a uso industrial, que é de 8% no máximo. O processo indicado para a consideração deste critério é a elaboração de uma carta de declividade. As condições topográficas constituem importante fator na elaboração de estudos de drenagem urbana e na previsão de obras de

contenção à erosão. Sendo assim, a Secretaria do Estado do Meio Ambiente estabelece para topografia:

- Ótima (declividade predominante < 2%); boa (declividade predominante >2% e < 5%); regular (declividade predominante > 5% e < 8%) e desfavorável (declividade predominante >8%).

Cabe ressaltar que os cursos de água têm grande importância na localização de distritos ou zonas industriais, onde a sua utilização requer legislação específica.

Neste sentido, a localização de distritos industriais não pode deixar de levar em consideração os usos previstos para cada curso de água, conforme as legislações federal e estadual. Sendo necessário que se identifique cada uma das bacias onde se pretende que sejam instaladas as indústrias, verificando a conformidade ou não entre as necessidades da indústria e o uso previsto para as águas, em obediência à legislação para garantir a qualidade ambiental. As águas interiores do Estado de São Paulo estão classificadas, pelo decreto-lei nº8468/76, definidas em quatro classes de uso demonstrado no Quadro 13.

*QUADRO 13 - CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA SEGUNDO*

*DECRETO ESTADUAL Nº8468/76*

Classe	Uso da Água
Classe 1	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.
Classe 2	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho)
Classe 3	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos de fauna e da flora e à dessedentação de animais.
Classe 4	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

Embora seja necessária uma revisão desse decreto estadual, para efeitos práticos permanece a classificação anterior no que diz respeito aos cursos de água das classes dois a quatro. Quanto à “classe 1” (estadual) as mesmas deverão receber tratamento de “classe especial” pela Resolução nº020/86 do CONAMA (Quadro 14) já que a “classe 1” federal é bem restritiva do que a “classe 1” estadual.

QUADRO 14 - CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº020/86

Parâmetro	Classe	Uso da Água
<b>Águas Doces</b>	Classe Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;</li> <li>• À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> </ul>
	Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;</li> <li>• À proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• À recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);</li> <li>• À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;</li> <li>• À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;</li> </ul>
	Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;</li> <li>• À proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• À recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);</li> <li>• À irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;</li> <li>• À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;</li> </ul>
	Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;</li> <li>• À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>• A dessedentação de animais;</li> </ul>
	Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À navegação;</li> <li>• À harmonia paisagística;</li> <li>• Aos usos menos exigentes</li> </ul>
<b>Águas Salinas</b>	Classe 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À recreação de contato primário;</li> <li>• À proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;</li> </ul>
	Classe 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À navegação comercial;</li> <li>• À harmonia paisagística;</li> <li>• À recreação de contato secundário;</li> </ul>
<b>Águas Salobras</b>	Classe 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À recreação de contato primário;</li> <li>• À proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana;</li> </ul>
	Classe 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À navegação comercial;</li> <li>• À harmonia paisagística;</li> <li>• À recreação de contato secundário.</li> </ul>

Assim, as atividades que se instalarem em bacias de drenagem de “classe 1”, conforme decreto lei nº8468/76, não poderão lançar seus efluentes direta ou

indiretamente nesses corpos, mesmo que tratados, o que, na prática, vale dizer que, de maneira genérica, só será permitida a instalação de atividades industriais que não apresentem efluentes líquidos, visto que há possibilidade de infiltração no solo.

As bacias de drenagem, enquadradas na “classe 2”, têm maiores restrições quanto aos tipos de efluentes a serem lançados do que as de “classes 3”, e assim sucessivamente.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1991), relata que a disposição dos efluentes industriais é condicionada por duas exigências legais. A primeira refere-se aos padrões de emissões de efluentes líquidos fixados, no caso do Estado de São Paulo, pelo decreto nº8468/76, já mencionado, que estabelece as características e concentrações máximas de poluentes que poderão estar presentes nos efluentes antes de seu lançamento, direta ou indiretamente, nas coleções de água, ou em sistemas públicos de esgotos.

A segunda refere-se às características do corpo receptor, que devido ao lançamento de efluentes, não poderá ficar em desacordo com enquadramento do curso de água. Desta maneira, adotaram-se critérios para as condições de disposição de efluentes líquidos como:

- Favorável: corpo de água de classes 3 ou 4, e vazão mínima > 200l/s;
- Regular: corpo de água de classe 3 e vazão mínima < 50l/s;
- Desfavorável: corpo de água de classe 2 ou vazão mínima < 50l/s;
- Não permitida: corpo de água de classe 1.

Portanto, a elaboração do Zoneamento Ambiental para o município de Americana-SP, quanto à ocupação industrial, será considerada de três maneiras: pelos fatores físicos, que expressam a realidade natural do ambiente; pelos fatores socioeconômicos, que caracterizam a viabilidade do empreendimento no município; e pela classificação dos corpos d'água estabelecida em leis.

#### 4.2.6. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: ZONEAMENTO AMBIENTAL

Uma vez determinados os critérios restritivos e os fatores de indução tem-se por objetivo a combinação desses dados espaciais, descrever e analisar as interações para que se possa fornecer apoio na decisão (Zoneamento Ambiental). A combinação desses dados multi-critérios possibilita uma redução na ambigüidade das interpretações que normalmente são obtidas através da análise individual dos dados (PENDOCK & NEDELJKOVIC, 1996).

Através dessa combinação, utilizando, para esta análise, as Rotinas de Apoio à Decisão (apontadas na revisão bibliográfica, no item 2.3.3. *Rotinas de Apoio à Decisão em SIG*), permitirão apontar a vulnerabilidade da atividade industrial, bem como sua potencialidade territorial. Cabe aqui ressaltar que os módulos que apóiam as decisões onde esses múltiplos critérios estão sendo considerados são: **Métodos Booleanos Simples e Combinação Linear Ponderada** (*Weighted Linear Combinations - WLC*). O método adotado neste procedimento está apresentado no fluxograma da Figura 24. A sua elaboração envolveu várias etapas:

**a) Padronização dos Critérios:** segundo EASTMAN (1998) a padronização consiste num re-escalonamento dos valores de critérios para um intervalo numérico comum, antes de combiná-los. Este processo pode ser definido como uma conversão de valores de critérios em expressões de associações ao conjunto de decisão. Desta maneira os critérios foram padronizados da seguinte maneira:

- Padronização dos Critérios Restritivos: os critérios restritivos foram padronizados reduzindo-se a imagens *booleanas* com áreas aptas e não aptas para a locação industrial, transformando esses critérios em restrições, não necessitando ser ponderados.
- Padronização dos Fatores de Indução: antes de combiná-los, os fatores de indução foram re-escalonados e padronizados para um intervalo comum em nível de *bytes* entre 0 e 255. Para este procedimento empregaram-se funções

de associações ao conjunto *fuzzy*, que consiste num conceito probabilístico de re-escalamento, pelo qual os fatores são padronizados por uma escala contínua de vulnerabilidade de 0 (menos apto à ocupação) até 255 (mais apto à ocupação).

**b) Ponderação dos Fatores:** após a padronização dos fatores foi necessário fazer uma compensação e ponderação no objetivo de um fator com baixa aptidão (score) que compensassem o outro fator com alta aptidão. A forma como ocorreu esta compensação foi determinada por uma matriz, que apresenta um conjunto de pesos, bem como sua importância relativa de cada fator. Esta matriz é denominada como Matriz de Comparação Pareada.

Para este procedimento utilizou-se o método Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination* – WLC) através do módulo *Weighted* do software *Idrisi*. O módulo aponta os pesos juntamente com uma razão de consistência (que não pode ultrapassar o valor de 1,00), possibilitando informar ao usuário qualquer incoerência ocorrida durante a ponderação (EASTMAN, 2001).

No Quadro 15, apresenta-se uma exemplificação da matriz de comparação pareada, no qual indica-se a importância dos fatores da coluna em relação aos fatores da linha superior, conforme a escala do grau de vulnerabilidade apresentada no Quadro 16. O resultado deste exemplo, apresentado no Quadro 17, aponta os respectivos pesos dos fatores de indução, bem como o fator de consistência.

QUADRO 15 – EXEMPLO DE MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA ENTRE OS FATORES USADOS NA DEFINIÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE

Fatores	Infra-Estrutura	Pedologia	Geologia	Declividade	Rios
Infra -Estrutura	<b>1</b>				
Pedologia	1/3	<b>1</b>			
Geologia	1	4	<b>1</b>		
Declividade	1/7	2	1/7	<b>1</b>	
Rios	1/2	2	1/2	4	<b>1</b>

FONTE: ADAPTADO DE EASTMAN (2001), PG. 10. CAPÍTULO SUPORTE À DECISÃO

QUADRO 16 – EXEMPLO DE ESCALA DE AVALIAÇÃO CONTÍNUA COM 9 PONTOS UTILIZADO PELA MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA

Menos Importante				Igual	Mais Importante			
<b>1/9</b>	<b>1/7</b>	<b>1/5</b>	<b>1/3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
Extremo	Muito Forte	Forte	Moderado	Igual	Moderado	Forte	Muito Forte	Extremo

QUADRO 17 – EXEMPLO DE PESOS CALCULADOS PARA CADA FATOR USADO NA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

Fatores	Pesos
Infra -Estrutura	0,33
Pedologia	0,08
Geologia	0,34
Declividade	0,07
Rios	0,18
Fator de Consistência	<b>0,06</b>

FONTE: ADAPTADA DE EASTMAN (2001), PG. 10, CAPÍTULO SUPORTE À DECISÃO

**c) Combinação dos Critérios - Potencialidade Ambiental:** definidas as restrições como critérios *booleanos*, que cerceiam ou limitam o território para o uso industrial, e os indutores como critérios que definem algum grau de aptidão para as áreas restantes impostas pelas restrições, necessitou-se combinar todas essas informações (critérios), no objetivo de normatizar a ocupação do espaço para a atividade industrial.

O procedimento para combinar esses critérios para alcançar uma decisão (zoneamento ambiental) é executado através do módulo MCE (*Multi Criteria Evaluation*) do software Idrisi. O módulo MCE constitui-se como ferramenta de apoio à decisão para agregação de vários critérios, segundo EASTMAN (1998).

Neste módulo multiplicou-se cada fator de indução padronizado pelo seu peso correspondente (derivados do módulo *Weighted*) e somaram-se a seguir os fatores. Uma vez somados os pesos, multiplicaram-se as restrições *booleanas* para eliminar as áreas que não são aptas em grau algum. Através do módulo *Reclass*, esta imagem resultante foi classificada, possibilitando diagnosticar as potencialidades do território em análise, ou seja, a vulnerabilidade quanto à ocupação industrial.

ALMEIDA & GUERRA (2001) ressaltam que as análises de potencialidade e sustentabilidade ambiental, agregados aos dados do diagnóstico socioeconômico, constituem o diagnóstico socioambiental, o qual possibilitará analisar os efeitos da ação antrópica (atividade industrial) sobre os sistemas ambientais identificados.

Desta maneira, a construção de cenários será a técnica utilizada para incorporar ao diagnóstico socioambiental a visão global da realidade da área em estudo, o qual possibilitará propor um processo de mitigação.

*FIGURA 24: FLUXOGRAMA DO MÉTODO ADOTADO NO  
PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO*

#### 4.2.7. PROCESSO MITIGATÓRIO

Na perspectiva de gestão do território, dentro de um processo de tomada de decisão (apresentada no fluxograma da Figura 24), é importante criar cenários sustentáveis, baseados em modelos que possibilitem redefinir o meio ambiente de modo a se redesenhar a distribuição espacial e social dos impactos positivos e negativos provocados pelo processo de industrialização em vistas a uma sustentabilidade urbana.

O modelo para a criação de cenários sustentáveis se constitui na utilização de técnicas de Geoprocessamento do software *Idrisi*, a qual pode ser caracterizada como um dos instrumentos mitigadores dos problemas de degradação, possibilitando resolver as incertezas e reverter as externalidades desencadeadas pelo processo de industrialização.

Neste sentido, os cenários construídos por este trabalho constituem-se em quatro análises que possibilitarão propor o processo de mitigação (apresentado no fluxograma da Figura 25) que subsidiará qualquer tomada de decisão, sendo:

**1º Cenário:** tem por objetivo diagnosticar os impactos ambientais provocados pela ocupação industrial no território de Americana-SP quanto ao zoneamento ambiental.

Para esta análise será necessário o cruzamento das informações quanto à localização industrial (Figura 22, já apresentada), bem como o mapa de zoneamento ambiental resultante do método Processo de Tomada de Decisão. Este cruzamento será realizado através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*.

**2º Cenário:** tem por objetivo analisar a política pública de localização das áreas industriais estabelecidas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI)

O procedimento para obtenção deste cenário constitui-se pelo mesmo módulo do primeiro cenário, sendo necessário o cruzamento do Plano Diretor de

Desenvolvimento Integrado - PDDI (Figura 26) com o zoneamento ambiental resultante do método Processo de Tomada de Decisão.

**3º Cenário:** tem por objetivo propor áreas que elucidam a potencialidade de expansão industrial em áreas não urbanizadas, ao mesmo tempo analisar os incentivos de órgãos gestores ao desenvolvimento industrial.

Com a obtenção do resultado pelo Processo de Tomada de Decisão (Zoneamento Ambiental) tem por objetivo excluir as áreas aptas à ocupação industrial (menores que 20 hectares). A imagem resultante será subtraída, numa operação de *Overlay* do software *Idrisi*, pela imagem da ocupação industrial e urbana apresentada na Figura 27.

**4º Cenário:** tem por objetivo analisar os conflitos urbanos existentes nas áreas de expansão urbana, apresentados em estudos realizados por MEDEIROS (2003) com as áreas de expansão industrial resultante do 3º cenário, em áreas de urbanização não consolidada estabelecidas pelo Plano Diretor (Zona Urbanizável -ZU e Áreas de Urbanização Controlada- AUC).

Para obter o resultado desse cenário, serão necessários dois procedimentos. O primeiro consiste no cruzamento das áreas em expansão urbana (Figura 28) com as áreas de expansão industrial, através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*, o qual possibilitará a indicação dos conflitos, ou seja, áreas que são ao mesmo tempo resultantes para a ocupação urbana como para a industrial.

O segundo procedimento consiste na resolução desses objetivos conflitantes; para isso será necessária a utilização do módulo *Rank* para fazer a hierarquia celular do Zoneamento Ambiental para urbanização – apresentada no Apêndice C – e do Zoneamento Ambiental para industrialização. O algoritmo *Mola* do software *Idrisi* possibilitará a resolução e definição de áreas que são aptas ao desenvolvimento industrial e aquelas que são aptas ao desenvolvimento urbano.

No objetivo de preservar as áreas de mata nativa (Figura 29) e determinar as áreas com potencialidade de expansão para ambos objetivos, faz-se

necessário, através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*, o cruzamento das áreas de expansão industrial e urbana resultantes da resolução do conflito, com as áreas de vegetação nativa.

Com os resultados alcançados nesses quatro cenários, o próximo procedimento constitui-se em elaborar medidas mitigatórias, precedido de um Plano de Desenvolvimento Industrial e Proteção Ambiental. Para essa análise será necessário, através do módulo *Crosstab*, do software *Idrisi*, fazer o cruzamento do Zoneamento Ambiental com as Áreas de Planejamento (Figura 30) no objetivo de garantir um planejamento individualizado de acordo com a capacidade específica de cada área.

*FIGURA 25: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MITIGAÇÃO*

*FIGURA 26: PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI) DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP*

*FIGURA 27: ÁREA INDUSTRIAL E URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP*

*FIGURA 28: ÁREA DE EXPANSÃO URBANA*  
*FONTE: MEDEIRSO (2002)*

*FIGURA 29: ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL (MATA NATIVA)*

*FIGURA 30: ÀREA DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA*

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A efetiva tomada de consciência da existência de uma crise ambiental provocada pela ocupação irregular da atividade industrial faz pensar na importância da racionalização do espaço em vistas ao desenvolvimento sustentável, o qual implica em mudanças nas formas de planejar o espaço, a economia e o desenvolvimento. Um estudo sobre como normatizar essa ocupação, estabelecendo um método de adequação ambiental na implantação de áreas ou zonas industriais, pode em muito contribuir para tal discussão.

Neste sentido, os resultados e as discussões serão apresentados aqui de forma a estabelecerem um ordenamento (zoneamento ambiental) incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana e industrial, bem como seu inter-relacionamento, baseado na vulnerabilidade e na capacidade de suporte do território quanto à ocupação industrial. A partir dessas análises, os resultados obtidos se constituem em quatro cenários, os quais possibilitarão propor um processo de mitigação.

## 5.1. RESULTADO DA ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

Nesta parte do capítulo serão apresentados os resultados alcançados com os métodos utilizados na análise do meio físico, os quais possibilitaram fazer combinações com outros planos de informações, bem como extraíram informações que subsidiaram no processo de tomada de decisão.

### 5.1.1. RESULTADO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)

O resultado do método empregado na geração desta carta aponta com clareza que o município de Americana-SP possui variações nas superfícies (apresentados na Figura 31), onde sua altitude varia de menos de 503,12m a 668,20 m.

Devido a essa variação, o modelo de grade irregular triangular (*Triangulated Irregular Network* - TIN) constitui-se a opção mais adequada na elaboração do MDT, pois não apresentou regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modulo, e ao mesmo tempo representou melhor as superfícies não homogêneas nas áreas com variações locais acentuadas.

Ao utilizar a opção **Contraída** evitou-se a criação de triângulos afinados e agudos, o que acaba interferindo na transmissão das características topográficas da superfície em estudo, pois a linha contraída assegura a triangulação o mais próximo de equilátero consistindo-se com dados das linhas originais.

Portanto, a grade irregular triangular, juntamente com a opção contraída, assume grande importância na elaboração de modelos digitais de terrenos por não apresentar problemas na representação das variações das superfícies reais das áreas em análise.

Figura 31: Mapa do Modelo Digital do terreno do Município de Americana

### 5.1.2. RESULTADO DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO

O crescente e desordenado processo de urbanização e industrialização da região em estudo tem provocado problemas ambientais. Tais como: assoreamento e poluição dos rios, depleção dos recursos naturais, desvios dos cursos d' água, degradação do solo e erosão, entre outros fatores, que estão ligados ao mau uso e distribuição da terra.

O processo de ocupação, pressionado pelas ações sociais e econômicas, desencadeia transformações do sítio natural do território, pois o ser humano tem de modificar o solo e o que nele cresce a fim de produzir alimentos. Essa relação deve ser entendida como uma ação sustentável.

Portanto, faz-se necessário o resultado quanto à declividade percentual (Figura 32), intervalos de declividade (apresentado na Figura 33, bem como quantificados no Quadro 18) e morfologia do solo (Figura 34 e Quadro 19) no objetivo de apontar contribuições significativas à elaboração do zoneamento ambiental.

QUADRO 18 - CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AOS INTERVALOS DE DECLIVIDADE

Intervalos	Área (ha)	Área (%)
0 - 5%	5859.1125	43,45
5 – 10%	5229.5652	38,79
10 – 20%	2103.6150	15,60
20 – 30%	234.4950	1,74
> 30%	57.6225	0,42
<b>Total da Área</b>	<b>13484.407</b>	<b>100</b>

QUADRO 19 - QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS DO MAPA MORFOLÓGICO DO SOLO

Classes do Solo	Área (ha)	Intervalo de Declividade	Área (ha)	Área (%)
Latossolo Vermelho Escuro	<b>5429.7475</b>	0 - 5%	2454.5925	45,20
		5 -10%	2232.8325	41,12
		10 -20%	648.8325	11,95
		20 -30%	75.3525	1,39
		> 30%	18.2700	0,34
Latossolo Vermelho Amarelo	<b>2633.2200</b>	0 - 5%	1198.0575	45,50
		5 -10%	833.0850	31,63
		10 -20%	501.4800	19,05
		20 -30%	81.1125	3,08
		> 30%	19.4850	0,74
Latossolo Vermelho Amarelo Húmico	<b>832.5450</b>	0 - 5%	859.4325	70,80
		5 -10%	202.4775	24,33
		10 -20%	36.0675	4,32
		20 -30%	3.7350	0,45
		> 30%	0.8325	0,10
Podzólico Vermelho Amarelo	<b>2645.4600</b>	0 - 5%	718.6950	27,17
		5 -10%	1238.7150	46,84
		10 -20%	630.9450	23,83
		20 -30%	45.8775	1,74
		> 30%	11.2275	0,42
Terra Roxa Estruturada	<b>641.0700</b>	0 - 5%	123.8850	19,32
		5 -10%	338.1525	52,75
		10 -20%	157.6350	24,59
		20 -30%	17.2800	2,70
		> 30%	4.1175	0,64
Solo Litólico	<b>192.9375</b>	0 - 5%	28.5300	14,78
		5 -10%	85.0725	44,10
		10 -20%	70.9875	36,80
		20 -30%	6.9975	3,62
		> 30%	1.3500	0,70
Solo Hidromórfico	<b>1.1250</b>	5 -10%	0.9000	80,00
		10 -20%	0.2250	20,00
Solo Aluvial	<b>98.4825</b>	0 - 5%	33.1875	33,76
		5 -10%	44.1450	44,82
		10 -20%	20.8125	21,14
		20 -30%	0.3150	0,31
		> 30%	0.0025	0,02
Represa	<b>1009.8000</b>			

Figura 32: Mapa de Declividade Percentual

Figura 33 : Mapa de Intervalos de Declividade

Figura34 : Mapa Morfológico do Solo

### 5.1.3. RESULTADO DO MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Dando continuidade aos problemas ambientais desencadeados pelo processo de ocupação do espaço pelo homem, a erosão pode ser considerada como a principal causadora da degradação. Fatores como assoreamento de rios, retirada de vegetação e exposição de solos influenciam no processo erosivo e na redução da capacidade produtiva do solo.

Dentro deste contexto, a análise de suscetibilidade à erosão assume importância na busca da identificação de áreas sensíveis ao desenvolvimento de processos erosivos, pois, segundo SPIRN (1995), os riscos ambientais aumentam quando o homem não é suficientemente sábio para não ocupar terrenos particularmente instáveis e erosivos.

Portanto, o método empregado na elaboração deste mapa (apresentado no item 4.2.3 *Elaboração do Mapa de Suscetibilidade a Erosão*), baseado nos estudos de RANIERI (1996, *apud* MORENO, 2000b) e BERTONI & LOMBARDI (1990), possibilitou espacializar no território em análise as áreas suscetíveis à erosão (Figura 35), bem como, quantificar as áreas apresentadas no Quadro 20.

QUADRO 20 - CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO À SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Intervalos	Área (ha)	Área (%)
Baixa	4365.8550	32,37
Média	4325.2425	32,08
Alta	2611.2600	19,36
Muito Alta	1072.6425	7,96
Represa	1108.2825	8,22
Solo Hidromórfico	1.1250	0,01
<b>Total da Área</b>	<b>13484.407</b>	<b>100</b>

Conforme o Quadro 20, pode-se perceber que, da área total do território de Americana, 19,36% (2611.2600 ha) encontra-se em áreas de alta suscetibilidade à erosão e 7,96% (1072.6425 ha) em áreas de muito alta suscetibilidade. Nestas áreas há uma variação quanto à declividade, ao solo e à geomorfologia, ou seja:

- Alta suscetibilidade à erosão com declividade de 10% a 20% e muito alta suscetibilidade com declividade que varia de 20% a 30% e >30%, ocorrem em áreas de Colinas Pequenas (Cp) com predominância de solo Latossolo Vermelho Amarelo;
- Alta suscetibilidade à erosão com declividade de 5% a 10% e muito alta suscetibilidade com declividade que varia de 10% a 20%, ocorrem nas áreas de Colinas Médias e Pequenas com predominância de solo Podzólico Vermelho Amarelo.

Desta maneira, com os resultados alcançados foi possível subsidiar o processo de tomada de decisão na elaboração do zoneamento ambiental, impondo o uso racional dos recursos naturais, bem como harmonizar a ocupação do território quanto à localização industrial em áreas de baixa e média suscetibilidade à erosão.

Figura 35 : Mapa de Suscetibilidade à Erosão

#### 5.1.4. RESULTADO DA EXATIDÃO DO MAPEAMENTO DO USO DO SOLO

A elaboração do mapa de uso do solo revela uma preocupação quanto ao ordenamento do território, o qual assume grande importância na distribuição da população e de suas atividades com relação à utilização dos recursos naturais, quanto à ocupação e expansão de áreas urbanas e industriais, bem como à conservação e proteção do meio ambiente.

O resultado para avaliar estatisticamente a exatidão do mapeamento do uso do solo para o município de Americana-SP, de acordo com a metodologia proposta (apresentada no sub-item C do item 4.2.4. *Elaboração do mapa de Uso do Solo*) pode-se verificar através da Matriz de Erro (Quadro 22) juntamente com o resultado da Estimativa do Índice Kappa, de 0,82, que a qualidade da classificação é excelente (conforme o Quadro 11 já apresentado).

Deve destacar que houve uma agregação das classes de cobertura do solo, através da verificação do histograma (Figura 62 do Apêndice A), a qual mais se aproximavam, onde foi possível perceber que a vegetação aquática e a cana tiveram o maior erro de omissão - sendo 0,5642 e 0,2271 apresentado no Quadro 22 - devido à semelhança do comportamento espectral.

A partir desta verificação, as áreas industrial e urbana foram introduzidas na imagem de uso do solo de acordo com o método já apresentado no sub-item D do item 4.2.4. *Elaboração do mapa de Uso do Solo*. A carta temática de uso do solo está apresentada na Figura 35, bem como suas respectivas áreas quantificadas na Quadro 21.

Com a imagem de satélite em composição colorida falsa-cor (RGB 543), apresentada na Figura 36, pode-se fazer uma comparação visual da área da malha urbana e demais coberturas do solo com relação à imagem produzida de uso do solo, o que possibilitou demonstrar que realmente a classificação está correta.

QUADRO 21 – CLASSES DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERIZAÇÃO E ÁREA

Classes	Área (ha)	Área (%)
Água	722.2275	5,36
Aguapé/ Vegetação Rasteira	417.1500	3,09
Cultura de Cana	3082.4325	22,86
Solo Exposto	730.8000	5,42
Pasto	594.0900	4,42
Vegetação Arbórea	2075.0175	15,38
Vegetação Nativa	1347.4575	9,99
Vegetação Aquática	408.4875	3,03
Vegetação Paludosa	238.8825	1,77
Urbano	3372.3900	25,01
Industrial	495.6300	3,67
<b>TOTAL</b>	<b>13484.4075</b>	<b>100</b>

*QUADRO 22 – MATRIZ DE ERRO E ÍNDICE KAPPA*

*FIGURA 36: MAPA TEMÁTICO DE USO DO SOLO*

Figura 37: Imagem de satélite Composição rgb

## **5.2. RESULTADO DO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: ZONEAMENTO AMBIENTAL**

O Zoneamento Ambiental tem sua importância na necessidade de delimitar espaços territoriais capazes de criar harmonia mínima entre a atividade industrial e as demais necessidades humanas de habitação e lazer, constituindo-se em um instrumento fundamental na política de gestão do território.

O resultado alcançado na proposição de um zoneamento ambiental para o município de Americana-SP constitui-se de várias etapas, conforme o método já apresentado no item 4.2.6 *Processo de Tomada de Decisão*, sendo: padronização dos critérios restritivos e indutivos, compensação e ponderação dos fatores e combinação dos critérios.

O procedimento para a padronização dos critérios restritivos através do Método Booleano Simples, apresentado nas Figuras de número 38 a 41, possibilitou reduzi-los a simples imagens booleanas, ou seja, a áreas aptas e não aptas para a localização industrial, permitindo, desta maneira, agregá-los e combiná-los com os fatores de indução no módulo MCE (*Multi Criteria Evaluation*) do software Idrisi.

Com relação aos resultados alcançados na padronização dos fatores, apresentados nas Figuras de número 42 à 44, foi necessário um re-escalamento utilizando funções de associações ao conjunto fuzzy nos seguintes pontos de inflexão:

- Fator de Indução Infra-Estrutura: utilizou-se a função sigmoidal decrescente com o primeiro ponto de inflexão em 1.000 metros e o segundo ponto de inflexão em zero, pois áreas com distâncias maiores que 1.000 metros são inviáveis ao estabelecimento de indústrias, ou seja, não são aptas;

- Fator de Indução Suscetibilidade à Erosão: utilizou-se a função sigmoidal simétrica, com o primeiro ponto de inflexão em 3 (alta suscetibilidade à erosão), o segundo em 1 (baixa suscetibilidade à erosão), o terceiro ponto o valor 2 (média suscetibilidade à erosão) e o quarto ponto de inflexão em 4 (muito alta suscetibilidade à erosão). O primeiro e quarto ponto de inflexão caracterizam-se por áreas de baixa aptidão à ocupação industrial, enquanto que os pontos de inflexão 1 e 2 constituem áreas de alta aptidão.
  
- Fator de Indução Declividade: utilizou-se a função sigmoidal simétrica, com o primeiro ponto de inflexão em 5 por apresentar declividade  $>5\%$  e  $<8\%$  consideradas regulares para a ocupação industrial. Já o segundo ponto de inflexão em 2 representa áreas com declividades  $>2\%$  e  $<5\%$ , consideradas boas e o terceiro ponto de inflexão, também no valor de 2, representa áreas com declividade  $<2\%$ , consideradas ótimas. Com relação ao quarto ponto de inflexão em 8, declividades  $>8\%$ , consideradas desfavoráveis à ocupação industrial.

Desta maneira, a padronização dos fatores de indução, utilizando associações de conjuntos fuzzy, assume grande importância dentro de um processo de tomada de decisão por consistir de medidas contínuas que variam entre o apto e não apto, permitindo combiná-los com os critérios restritivos.

Figura 38: Critério restritivo quanto geologia

Figura 39 Critério restritivo quanto pedologia

Figura 40 Critério restritivo quanto hidrologia

Figura 41; Critério Restritivo quanto declividade (conama)







A partir da padronização dos fatores de indução, foi necessário fazer a compensação e ponderação, conforme o método Combinação Linear Ponderada - *Weighted Linear Combination* / WLC - (apresentado no item 4.2.6 *Processo de Tomada de Decisão*), utilizando para este procedimento o módulo *Weighted*.

Os resultados adquiridos nesta etapa ocorreram devido à implementação de uma matriz de comparação pareada apresentada no Quadro 23, baseado numa escala quanto ao grau de vulnerabilidade (já apresentado no Quadro 16).

Este módulo possibilitou informar os respectivos pesos dos fatores, bem como o fator de consistência, conforme demonstra o Quadro 24.

QUADRO 23 – MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA ENTRE OS FATORES USADOS NA DEFINIÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE

Fatores	Infra-Estrutura	Erosão	Declividade
Infra -Estrutura	1		
Erosão	2	1	
Declividade	5	2	1

QUADRO 24 – PESOS CALCULADOS PARA CADA FATOR USADO NA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

Fatores	Pesos
Infra -Estrutura	0,1283
Erosão	0,2764
Declividade	0,5953
Fator de Consistência	<b>0,00</b>

O Quadro 24 acima demonstra que o fator de indução declividade teve uma maior importância, pois quanto menor a declividade, maior é a aptidão para a

implantação industrial, e o fator erosão foi moderadamente ponderado. A infraestrutura, por caracterizar um fator econômico, apresentou um equilíbrio na ponderação.

Analisando o fator de consistência, também apresentado no Quadro 24, pode-se perceber que não houve nenhuma diversidade quanto à tomada de decisão ocorrida durante a ponderação, pois o resultado obtido foi 0,00 (zero).

O segundo procedimento consistiu na agregação dos critérios restritivos com os fatores ponderados através do módulo MCE (Avaliação por Critérios Múltiplos, ou *Multi Criteria Evaluation*) do software *Idrisi*, resultando no mapa de vulnerabilidade à ocupação industrial (Figura 46).

Para alcançar a decisão - zoneamento ambiental (apresentada na Figura 47) - foi necessário reclassificar a imagem da Figura 46, através do módulo *Overlay* do software *Idrisi*, nos seguintes intervalos e critérios de classificação apresentados no Quadro 25, bem como foi verificada através do histograma (Figura 45) a frequência dos valores de cada célula (pixel). O resultado desta reclassificação está apresentado na Figura 47 e suas respectivas áreas quantificadas no Quadro 26.

QUADRO 25 – CRITÉRIOS E INTERVALOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS QUANTO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL

<b>Categoria</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Critérios</b>
Áreas Restritivas	0 - 1	Declividade >10% / muito alta suscetibilidade à erosão
Áreas Impróprias	1 - 90	Declividade 5 a 10% / alta suscetibilidade à erosão
Áreas com Baixa Aptidão	90 - 125	Declividade 5 a 10% / média suscetibilidade à erosão
Áreas com Média Aptidão	125 - 200	Declividade 0 a 5% / média suscetibilidade à erosão
Áreas com Alta Aptidão	200 - 255	Declividade 0 a 5% / baixa suscetibilidade à erosão

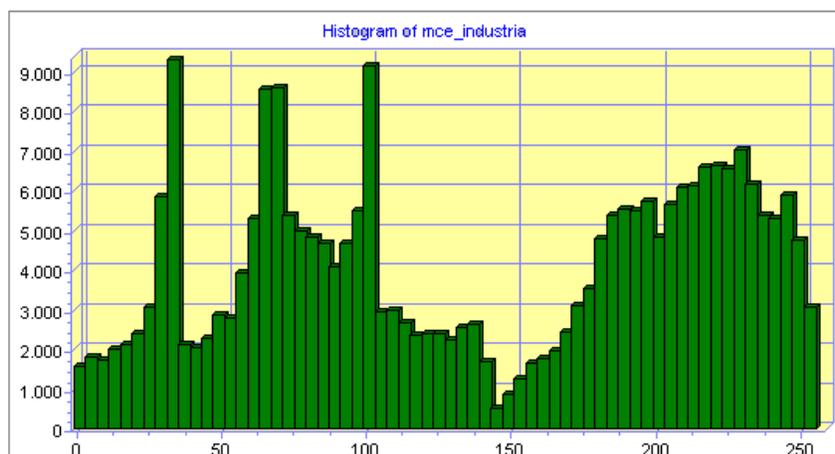


FIGURA 45 – HISTOGRAMA DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

QUADRO 26 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Categoria	Área (ha)	Área (%)
Áreas Impróprias	2424.442	17,97
Áreas com Baixa Aptidão	605.587	4,50
Áreas com Média Aptidão	712.260	5,29
Áreas com Alta Aptidão	2117.047	15,70
Áreas Restritivas	7625.070	56,54
<b>Total da Área</b>	<b>13484.407</b>	<b>100</b>

Ao analisar esse resultado do Quadro 26, pode-se perceber que 56,54% (7625.070 ha) da área total do território de Americana-SP estão em áreas restritivas, pois se encontram em áreas de preservação ambiental, recarga de aquíferos, alta permeabilidade do solo com capacidade de infiltração de efluentes líquidos, vulnerabilidade de águas subterrâneas à poluição industrial e grande concentração hídrica no território.

Cerca de 17,97% (2424.442 ha) correspondem às áreas impróprias à ocupação industrial, por possuírem declividades maiores que 8% e com alta suscetibilidade à erosão, resultando apenas 15,70% (2117.047 ha) em áreas aptas.

*FIGURA 46: MAPA DE VULNERABILIDADE  
AMBIENTAL*

Figura 47: Zoneamento Ambiental

Com o auxílio de métodos estatísticos foi possível atribuir pesos aos fatores e critérios envolvidos em uma análise ambiental, de modo a ponderar a participação de cada variável. A inclusão de critérios ambientais nos estudos sobre a localização industrial, além de critérios econômicos, visa assegurar um uso racional dos recursos naturais, bem como compatibilizar os conflitos entre as atividades industriais e as demais atividades urbanas, resultando em um desenvolvimento territorial sustentável.

Desta maneira, a metodologia adotada para determinar a capacidade do território quanto à ocupação industrial, utilizando Rotinas de Apoio à Decisão do software Idrisi, demonstrou um importante instrumento na elaboração de Zoneamento Ambiental, permitindo diagnosticar áreas vulneráveis a essa ocupação, bem como contribui na elaboração de estudos de impacto ambiental, drenagem urbana em áreas frágeis e suscetíveis à erosão, entre outros.

Como já foi visto na metodologia (item *4.3.4 Adequação Ambiental na Implantação de Zonas e/ou Distritos Industriais*), os cursos de água têm grande importância na localização de distritos ou zonas industriais.

Desta maneira, faz-se restrição à ocupação industrial nas áreas banhadas por corpos d' água classificados como classe 2, pois, segundo a SAISP (2002) o município de Americana-SP apresenta apenas corpos d' água de classe 2, 3 e 4 (Figura 17, já apresentada), sendo o rio Jaguari classificado como classe 2 de maior restrição à disposição de efluentes líquidos (demonstrado na área circulada da Figura 47).

### **5.2.1. PRIMEIRO CENÁRIO: IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO**

Para identificar o impacto ambiental provocado pela atividade industrial, foi importante discutir o processo, com o objetivo de compreender e problematizar a degradação do meio ambiente urbano por esta atividade antrópica.

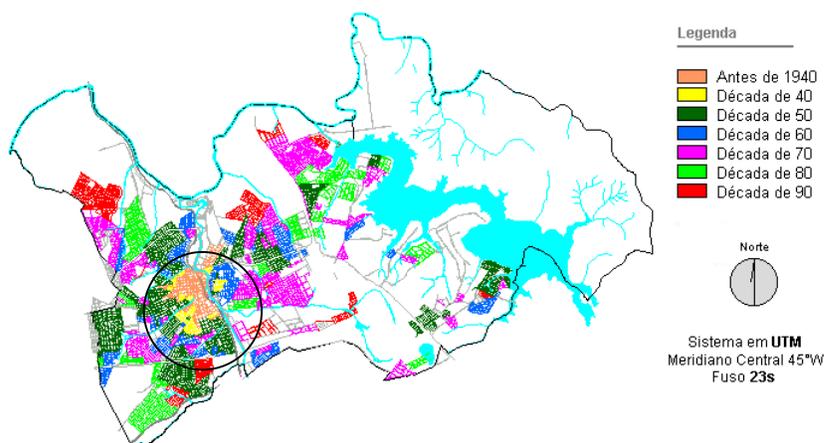
Neste sentido, para que haja uma melhor discussão desse processo de ocupação dentro de uma visão teórica, de caráter ambiental, que reúna ao mesmo tempo o físico, biológico, social, político e cultural, foi necessário retomar o percurso feito na revisão bibliográfica, a qual aponta com clareza o processo de industrialização que o território sofreu, bem como a teoria dos fatores localizacionais dos usos industriais.

Ao analisar esse processo de industrialização, que teve início por volta da década 40, a implantação de indústrias ao longo do sistema ferroviário e às margens do ribeirão Quilombo, ocorreu devido à mão de obra barata, solos férteis e a alta concentração hídrica. Estes fatores contribuíram para o desenvolvimento urbano-industrial do município de Americana-SP, os quais são caracterizado, como “**Fatores Localizacionais Aglomerativos**”, já discutidos por LEME (1965).

No período de 40-60, o crescimento da atividade têxtil ocasionou um adensamento populacional na região Central do município, surgindo naquele momento a necessidade de se criar áreas para a expansão industrial.

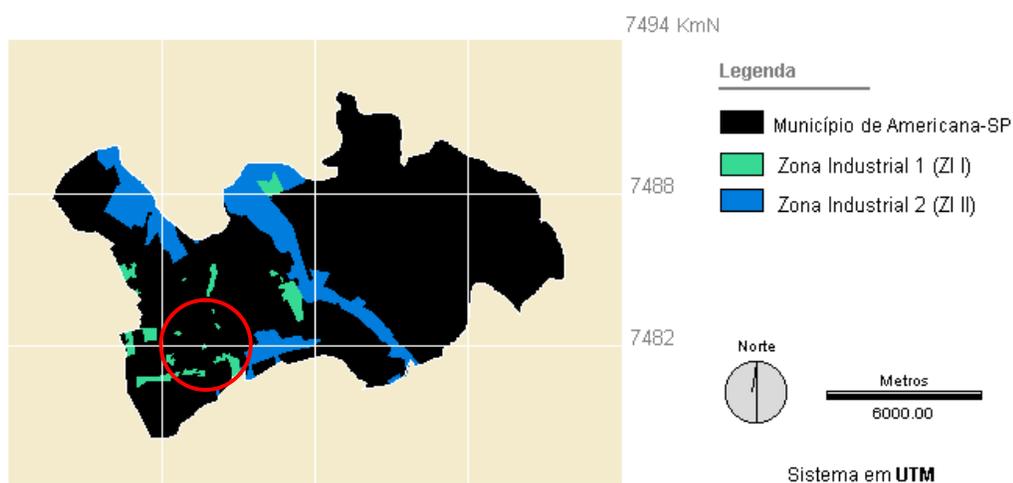
A prefeitura somente tomou medidas a partir da década de 70, quando criou o Plano Diretor, estabelecendo novas áreas industriais perto de rodovias e corpos d'água, chamadas de Distritos Industriais. A remoção das indústrias de grande porte da área central para essas novas áreas ocorreu através da cobrança de impostos mais baratos. Essa mudança na localização industrial, como discutido por de MOTA (1968), apontado pela revisão bibliográfica, caracteriza-se como um “**Fator Motivador**”.

As indústrias pequenas que não tiveram condições financeiras de se expandir, e muito menos pagar os impostos cobrados nos distritos industriais, permaneceram no centro da cidade e a prefeitura precisou adequar o zoneamento do município a elas, determinando assim nessas áreas a Zona Industrial (ZI 1). Nas áreas compreendidas pelos distritos – aqueles criados na década de 70 - passaram a ter uma zona de uso classificada como Zona Industrial 2 (ZI 2), caracterizada por indústrias de grande porte (Figura 48 e 49).



**FIGURA 48 – EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP**

**FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (2001).**

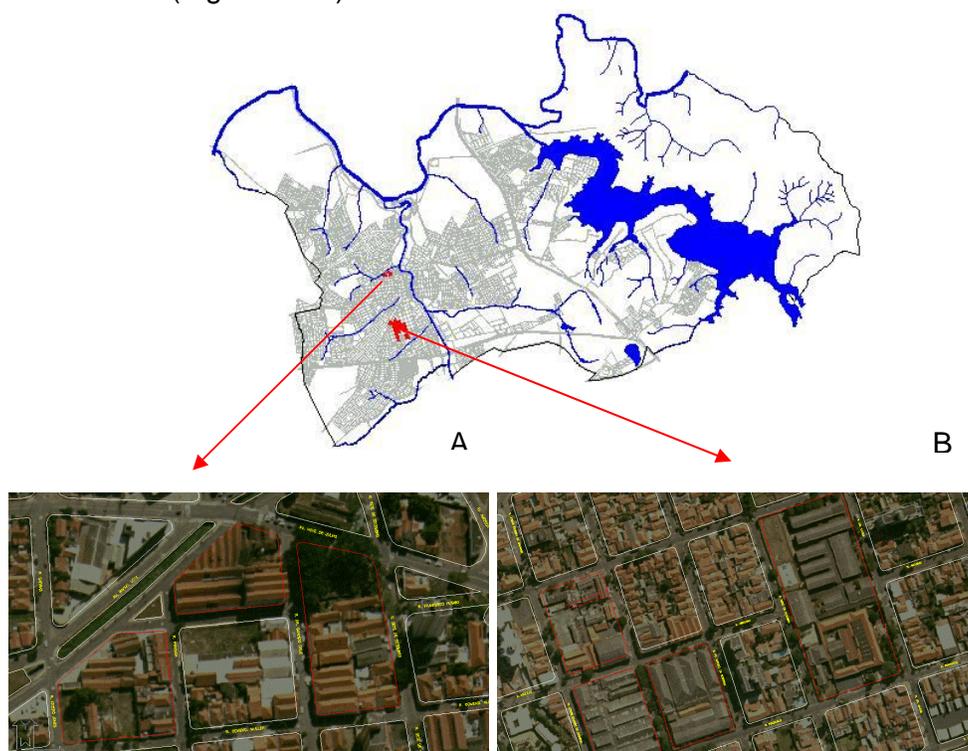


**FIGURA 49 – ZONAS INDUSTRIAIS DO PLANO DIRETOR (PDDI)**

**FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (2001).**

A Lei Municipal de nº3.269, artigo 1º, relata que: “o planejamento deve ser compreendido como um processo contínuo que busca sempre disciplinar e orientar o desenvolvimento do município de forma sistemática, respeitando seu processo evolutivo, sua vocação econômica e sua realidade social”.

Numa breve reflexão sobre a lei acima, o poder municipal promulga que deve-se “*respeitar seu processo evolutivo*”, por isso talvez possa ser encontrada a justificativa para algumas indústrias permanecerem ainda hoje no centro da cidade com galpões industriais antigos (Figura 50.A) e perto de áreas residenciais (Figura 50.B).



*FIGURA 50 – OCUPAÇÃO INDUSTRIAL DESORDENADA NO MUNICÍPIO DE AMERICANA  
 FONTE: SSR TECNOLOGIA (2000), PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (2001).*

Utilizando as técnicas de Geoprocessamento, em específico o módulo *Crosstab*, foi possível cruzar o Zoneamento Ambiental (Figura 47) com a Área Industrial do território (Figura 22), no objetivo de diagnosticar e quantificar as áreas impactadas por este processo de ocupação. A imagem resultante deste procedimento está apresentada na Figura 51, bem como suas respectivas áreas no Quadro 27.

*FIGURA 51: IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP*

QUADRO 27 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AO IMPACTO AMBIENTAL  
PROVOCADO PELO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO

Áreas Industriais	Área (ha)	Área (%)
Área Industrial em Área Restritiva	188.0325	37,95
Área Industrial em Área Imprópria	77.1975	15,57
Área Industrial não Impactada	230.4000	46,48
<b>Área Industrial no Território</b>	<b>495.6300</b>	<b>100</b>

Analisando o quadro acima pode-se perceber que, do total das áreas industriais no município, cerca de 37,95% (188,0325 ha) correspondem a áreas impactadas por este processo de ocupação, não respeitando as legislações vigentes quanto: à proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; à alta fragilidade das unidades geológicas e pedológicas em relação à permeabilidade do solo e à capacidade de infiltração de efluentes líquidos; à ocupação em declividades acima de 30%; e nas faixas de proteção de 200 metros ao longo dos corpos d' água referente à proteção das matas ciliares (Figura 52).

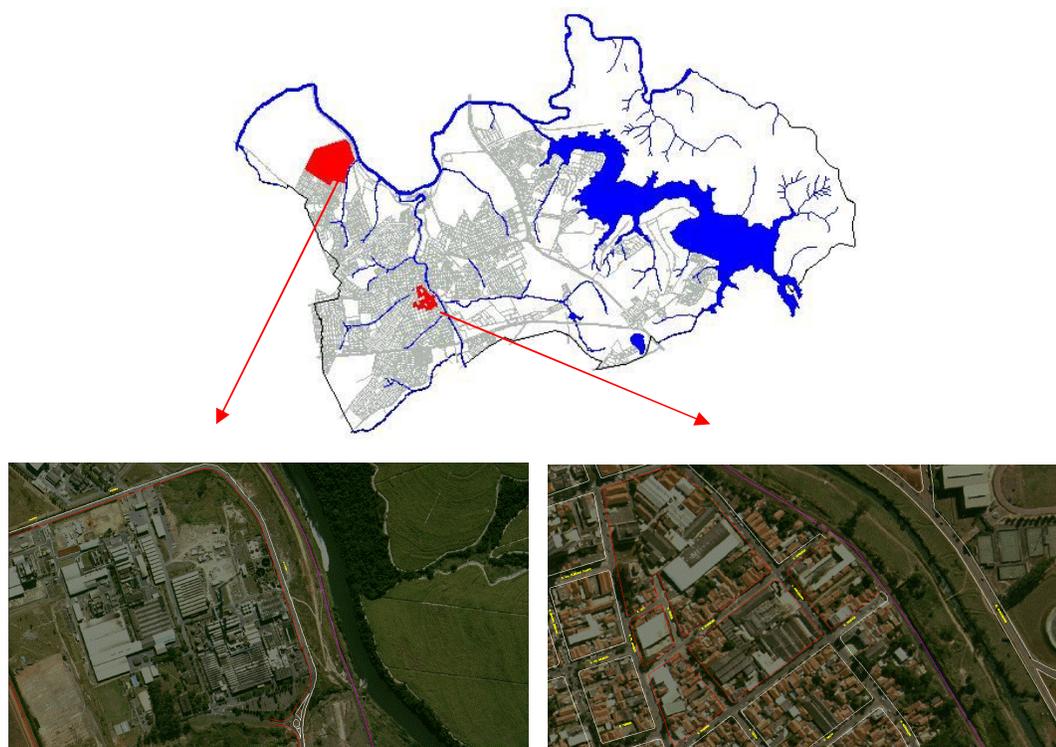
Essa ocupação desordenada ocorre também em áreas impróprias (15,57%), com declividades maiores que 8% e 30%, com altos índices de erosão e com distâncias superiores a 1.000m da infra-estrutura. Portanto 53,52% (265.2300 ha) da área total do município está sendo impactada pelas atividades industriais sem nenhum estudo sobre a capacidade de suporte do território, ou seja, não há diretrizes de ocupação industrial no município que levem em consideração o tipo de atividades industriais que o meio venha a suportar.

FIGUEIREDO (2001) aborda o conceito de “capacidade de suporte”, numa visão mais ampla e global, quando relaciona à dinâmica de uma sociedade em não conseguir suprir as suas necessidades de recursos naturais, meios tecnológicos e acúmulo de conhecimento. Necessitando, desta maneira, importar energia, insumos materiais, produtos e serviços, o que significa uma

extensão da capacidade de suporte, caracterizando uma extensão da capacidade de suporte, o que implica na degradação das gerações futuras.

Por isso deve-se elaborar um Processo de Gestão Territorial que possibilite apontar a capacidade que o meio possui de suportar e sustentar uma população significativa, fornecendo recursos naturais suficientes, tais como água, alimento e abrigo, assegurando a sobrevivência da população, bem como manipular a forma de consumo e a utilização de tecnologias avançadas.

A utilização de técnicas de geoprocessamento na elaboração de um Processo de Gestão Territorial consiste em um instrumento que permite ao gestor público gerenciar os problemas ambientais e tornar o meio sustentável.



*FIGURA 52 – IMPACTO DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO  
NOS RECURSOS HÍDRICOS*

*FONTE: SSR TECNOLOGIA (2000), PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (2001).*

### 5.2.2. SEGUNDO CENÁRIO: ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI)

Diante da problematização da degradação do meio ambiente urbano pelo processo de industrialização, cabe neste cenário discutir a política pública adotada para a localização das áreas destinadas ao uso industrial estabelecidas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Intergrado – PDDI (Figura 26, já apresentada).

Para subsidiar esta discussão foi necessário fazer um cruzamento do Zoneamento Ambiental com o PDDI, através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*. A imagem resultante deste procedimento está apresentada na Figura 53 e suas respectivas áreas quantificadas no Quadro 28.

QUADRO 28 – CÁLCULO DAS ÁREAS QUANTO AO IMPACTO AMBIENTAL  
PROVOCADO PELAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Políticas Públicas	Área (ha)	Área (%)
Áreas Restritivas	879.5025	43,99
Áreas Impróprias	380.0475	19,01
Áreas com Baixa Aptidão	162.9000	8,15
Áreas com Média Aptidão	164.9750	8,25
Áreas com Alta Aptidão	411.7725	20,60
<b>Área Total da Zona Industrial I e II</b>	<b>1999.1700</b>	<b>100</b>
Zona Industrial I = 372.4650 ha/ Zona Industrial II = 1626.7050 ha		

*FIGURA 53: IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELA POLÍTICA PÚBLICA*

Através do resultado alcançado, pode-se perceber que 43,99% (879.5025 ha) das áreas destinadas ao zoneamento industrial estão localizadas em áreas restritivas, ou seja, em áreas com presença de solos Litólicos, Hidromórficos e Aluviais que possuem alta capacidade de infiltração de efluentes industriais por apresentar afloramento de rochas frescas (Diabásio do Jurássico Cretácio) ao longo do rio Piracicaba caracterizando baixa fragilidade; presença de colinas pequenas e médias vinculado a Arenitos e Lamitos que acarretam processos erosivos; e ocorrência de planícies fluviais ao longo dos cursos d' água. Portanto, constituem áreas de proteção de mananciais e preservação da mata ciliar, o que vem acarretar riscos de enchentes se não forem preservadas.

Na delimitação dos espaços destinados à implantação de distritos ou zonas industriais não foram considerados os aspectos ambientais, mas sim, pontos estratégicos de circulação, mão-de-obra disponível, disponibilidade hídrica, aumento de receita municipal, entre outros fatores. Por isso, do total ocupado, apenas 20,60% (411.7725 ha) são áreas apropriadas, sem nenhum risco ambiental.

O Plano Diretor não define que *critério urbanístico* adota-se na localização de áreas industriais como foi apontada pela revisão bibliográfica, compartilhando do que fora dito por FERRARI (1982).

O estabelecimento das áreas destinadas ao zoneamento industrial é realizado por uma Comissão de Uso e Ocupação do Solo, nomeada pela Portaria de nº2.602 de 08/11/90, do Poder Executivo, que dividiu a área territorial em zonas de uso, conforme menciona a Lei Municipal nº3.318 de 15/07/99, artigo 16.

O plano apenas menciona que, quanto às atividades industriais, somente será permitida a sua implantação mediante ao tipo de processamento industrial

desenvolvido, sendo enquadradas em cinco categorias distintas, conforme a classificação de risco ambiental estabelecido em lei (Lei Estadual de nº5.597 de 06.02.87) nos seguintes tipos:

- Categoria 1: Indústrias virtualmente sem risco ambiental;
- Categoria 2: Indústrias de risco ambiental leve;
- Categoria 3: Indústrias de risco ambiental moderado;
- Categoria 4: Indústrias de risco ambiental alto; e
- Categoria 5: Indústrias e pólos petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos e outras fontes não industriais de grande impacto ambiental ou de extrema periculosidade.

Mas para o efeito de localização, a Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente de Americana-SP, apenas permite a instalação de indústrias no município se forem classificadas nas Categorias 1 a 3, chamadas de Indústria do Tipo 1 (I1), Indústria do Tipo 2 (I2) e do Tipo 3 (I3), estabelecidas no Artigo 13 (Lei Municipal nº3.318 de 15.07.99, Título II, Capítulo I).

Como o município está dividido por zonas de uso, as Indústrias do Tipo 3 (I3) somente podem ser instaladas em Zona Industrial 2 pois caracterizam maior risco ambiental. Conforme a lei estadual mencionada, são indústrias que apresentam um médio potencial poluidor da atmosfera (definidas pela Lei Estadual nº1817/78) e/ou, queimam mais do que uma unidade padrão de combustível por dia conforme o método desenvolvido pela CETESB (Lei Estadual nº5597/87) e/ou, cuja área seja superior a dois mil e quinhentos metros quadrados e/ou, produzam ou estoquem mais de quatrocentos quilogramas por mês de resíduos sólidos perigosos, definidos pela NBR 10.004/87.

As demais indústrias que apresentam um menor risco ambiental estão classificadas como Indústrias do Tipo 1 e 2 podendo ser instaladas tanto em Zonas Industriais 1 e 2.

Percebe-se que, ao mesmo tempo em que o Plano Diretor procura dar diretrizes e normas de uso e ocupação do solo para a implantação de indústrias em áreas destinadas ao Uso Industrial, o Plano Diretor promulga no seu Artigo 12, desta mesma lei municipal, a permissão da instalação de atividades industriais não incômodas em zonas residenciais e corredores de serviços, desde que o pedido do interessado receba parecer favorável da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente e da Comissão do Uso e Ocupação do Solo.

Esse cenário conflitante entre os usos - urbano x indústria - acarreta danos ao meio ambiente, tais como: emissão de fumaça, poeira, odor, gases nocivos, ofuscamento e calor entre outros critérios de nocividade e periculosidade apontados pela revisão bibliográfica na visão de FERRARI (1982); bem como efeitos em relação às atividades sócio-econômicas, como congestionamento no sistema viário, sobrecarga dos equipamentos urbanos e linhas de esgoto sanitário.

As localizações dessas áreas devem seguir princípios e critérios técnicos considerados em estudos de localização, no objetivo de buscar uma “*Adequação Ambiental*” na implantação de zonas e/ou distritos industriais.

Um exemplo recente é o caso da proposta de implementação da Carioba 2 em uma Zona Industrial 2, em que, como foi visto acima, somente são permitidas indústrias classificadas de médio impacto ambiental. Desta maneira, seria improvável que a maior termoelétrica proposta na América do Sul, segundo SALUTINO (2001), pudesse merecer essa classificação.

Porém, o que ocorre, em geral, é que as administrações municipais e os empresários não possuem orientações necessárias quanto aos procedimentos para a implantação de projetos de distritos e/ou zonas industriais ambientalmente adequados no objetivo de se criar uma harmonia no espaço urbano. Cabe aos órgãos públicos responsáveis pela proteção ambiental no estado de São Paulo elaborar medidas que ordenem o assentamento dessas atividades.

Percebe-se a falta de uma ação mais eficiente no controle e monitoramento das atividades industriais por parte de órgãos públicos em relação ao impacto ambiental que elas podem causar.

A política de ordenamento territorial e ambiental, assume grande importância, segundo ALMEIDA e GUERRA (2001), por revelar preocupações com a distribuição da população e de suas atividades, com a observância de uma criteriosa e racional utilização dos recursos naturais decorrentes de uma política de estado, que objetiva harmonizar o desenvolvimento econômico com a ocupação do território, abrangendo uma variada gama de fatores urbanos, rurais, de localização industrial, reforma agrária, conservação e proteção do meio ambiente, entre outros.

Portanto, não se deve criar distritos ou zonas industriais de forma indiscriminada e desordenada, mas sim, de forma coordenada que propicie uma qualidade de vida urbana, ao mesmo tempo, crie vantagens ao setor industrial, principalmente às pequenas e médias empresas que estão impossibilitadas de se expandir em áreas centrais e residenciais, permitindo a sua re-localização em zonas industriais ambientalmente adequadas.

### **5.2.3. TERCEIRO CENÁRIO: POTENCIALIDADE À OCUPAÇÃO INDUSTRIAL**

Através dos resultados alcançados no primeiro e segundo cenários, pode-se perceber que a política pública, adotada até então, tem demonstrado nenhum controle sobre a localização das áreas de uso industrial, inclusive não há nenhum ordenamento físico-territorial que vise a uma racionalização dos usos.

Mediante aos incentivos fiscais, isenção de impostos, desapropriação de terras, adotados por órgãos gestores como fatores responsáveis para novos investimentos e desenvolvimento industrial no município (apontados na revisão bibliográfica) pensa-se na necessidade de apontar as áreas aptas à ocupação industrial, diagnosticadas no Zoneamento Ambiental (Figura 47, já apresentada), que elucidam possibilidade de expansão industrial em áreas sem

urbanização consolidada e em áreas sem ocupação industrial estabelecida pelo zoneamento industrial do PDDI.

Para diagnosticar as áreas em expansão industrial, utilizou-se do módulo *Overlay*, do software *Idrisi*, sendo possível a subtração das áreas de urbanização consolidada (Figura 27, já apresentada) com o Zoneamento Ambiental. A imagem resultante deste procedimento está apresentada na Figura 54, bem como suas respectivas áreas no Quadro 29.

QUADRO 29 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL

Gestão Territorial	Área (ha)	Área (%)
Área Restritiva com Urbanização	1324.2825	9,81
Área Restritiva sem Urbanização	7257.8250	53,81
Área Imprópria com Urbanização	1754.1450	13,07
Área de Baixa Aptidão com Urbanização	594.0225	4,39
Área de Média Aptidão com Urbanização	1461.8700	10,83
Área de Alta Aptidão sem Urbanização	1092.2625	8,09
Área Total do Território	13484.4075	100

*FIGURA 54: GESTÃO TERRITORIAL*

Conforme o Quadro 29, pode-se apontar que apenas 8,09% (1092.2625 ha) são áreas de alta aptidão sem ocupação urbana, mas se encontram “pulverizadas” no município (Figura 54).

Neste sentido, foi necessária uma análise dos pixels por agrupamentos, daquelas áreas maiores que 20 hectares, auxiliada pelo módulo *Area* do software *Idrisi*. Após este procedimento, foi feita uma reclassificação, utilizando o módulo *Reclass* do software *Idrisi*, pela qual foi possível apontar as áreas com capacidade e potencialidade de expansão industrial.

O resultado apresentado na Figura 55, demonstra que o espaço territorial do município de Americana-SP não comporta mais indústrias, pois em relação aos 8,09% (1092.2625 ha) das áreas de expansão industrial, apenas 5,16% (696.0150 ha) são as áreas potencialmente adequadas (maiores que 20 ha).

Este cenário traz a discussão: como os órgãos gestores podem incentivar a expansão industrial sem que conheçam a capacidade que o meio possui de interagir com a implantação dessas atividades antrópicas?

Diante dessa situação, surge a necessidade em diagnosticar as áreas potencialmente adequadas para uma expansão industrial nas áreas estabelecidas pelo Plano Diretor (PDDDI) a fim de propiciar um ordenamento das futuras indústrias no município, pois essa situação é considerada algo inevitável pela prefeitura.

Para obter o resultado desejado, utilizou-se do módulo *Crosstab* do software *Idrisi* para cruzar as seguintes informações: áreas de expansão maiores de 20 ha (Figura 55) com as zonas industriais 1 e 2 do PDDI (Figura 49).

A imagem resultante deste procedimento, apresentada na Figura 56 e suas respectivas áreas no Quadro 30, aponta que 90,52% (630.0450 ha) das áreas potencialmente adequadas à ocupação industrial (maiores que 20ha) sem urbanização consolidada se encontram fora das áreas de uso industrial estabelecida pelo P.D.D.I. Apenas 5,50% (20.4975 ha) da área total na zona

industrial 1e 2,80% (45.4725 ha) da zona industrial 2 estão aptas à expansão industrial.

*QUADRO 30 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ZONAS INDUSTRIAIS 1 E 2*

<b>Área de Expansão Industrial (&gt; 20ha) em Zonas Industriais</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%) em relação à A. T.</b>
Área de expansão industrial em Zona Industrial I	20.4975	2,95
Área de expansão industrial em Zona Industrial II	45.4725	6,53
Área de expansão industrial em Zonas não Industriais	630.0450	90,52
Área Total (maior que 20 ha)	696.0150	100
<b>Em relação à Área das Zonas</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%) em relação à A. T. de cada Zona</b>
Área de expansão industrial na Zona Industrial I	20.4975	5,50
Área de expansão industrial na Zona Industrial II	45.4725	2,80
Área restante na Zona Industrial I	351.9675	94,50
Área restante na Zona Industrial II	1581.2325	97,20
Área Total na Zona Industrial I	372.4650	100
Área Total na Zona Industrial II	1626.7050	100

O resultado alcançado neste cenário aponta com clareza a falta de uma Gestão Territorial por parte de órgãos públicos no ordenamento do espaço, onde não há uma política urbana capaz de realizar estudos de adequação ambiental na implantação de áreas e/ou distritos industriais que vise delimitar áreas (Zoneamento Ambiental) potencialmente sustentáveis.

*FIGURA 55: ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL MAIORES QUE 20 HECTARES*

FIGURA 56: ÁREAS EM EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ZONAS INDUSTRIAIS 1 E 2

#### 5.2.4. QUARTO CENÁRIO: CONFLITOS URBANOS

Com base na revisão bibliográfica e nos resultados desses três cenários, pode-se perceber que atividade industrial tende a dominar o espaço urbano, pois a industrialização é um processo de conversão do meio físico natural para o assentamento de grandes áreas industriais impermeabilizadas, acompanhada de drásticas e irreversíveis mudanças do solo, que geram, em ritmo acelerado, calor excedente, ruído, gases e particulados, despejos e resíduos não reciclados nem biodegradados, traduzindo-se na destruição dos recursos naturais e na degradação do ambiente.

A industrialização ao mesmo tempo em que caracteriza-se pelo incremento de sua capacidade de transformação do espaço urbano, constitui-se um fator de indução ao crescimento urbano, e um fator de conflito quando não é implantada adequadamente.

Neste cenário, vários resultados foram alcançados. O primeiro diz respeito à identificação das áreas com objetivos conflitantes quanto à expansão industrial e urbana. O segundo resultado aponta com clareza a resolução deste conflito. Já o terceiro resultado permitiu determinar as áreas com potencialidade de expansão para ambos objetivos sem ocupar as áreas de vegetação nativa.

Quanto ao primeiro resultado - apresentado na Figura 57 - foi necessário fazer o cruzamento, através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*, das áreas de expansão industrial (apontados por este trabalho) com as áreas de expansão urbana possíveis, diagnosticadas nos estudos de MEDEIROS (2003) - Figura 28 já apresentada anteriormente.

Sendo assim, este módulo possibilitou identificar que das áreas em expansão industrial e urbana quantificadas no Quadro 31, apenas 14,81% (603.8325 ha) se encontram em conflito.

Figura 57: Conflito Crosstab

QUADRO 31 – CÁLCULO DAS ÁREAS EM CONFLITO

<b>Conflito Urbano</b>	<b>N° de células</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Área Industrial sem conflito	4.097	92.1825	2,27
Área Urbana sem conflito	150.248	3380.5800	82,92
Área de Conflito Urbano / Industrial	26.837	603.8325	14,81
<b>Área Total em Conflito</b>	_____	<b>4076.5950</b>	<b>100</b>

A Figura 57 ilustra apenas a natureza do problema a ser resolvido, a respeito dos objetivos conflitantes que competem entre si. Como esta solução é provisória e não abrange conflitos, foi necessário utilizar a técnica *Mola* que emprega uma heurística de decisão para encontrar as melhores áreas para cada objetivo conflitante (abordado no capítulo 2. *Revisão Bibliográfica*).

A solução foi ordenar e padronizar cada mapa de aptidão para determinar as melhores áreas, ou células que possuíam uma hierarquia mais elevada para cada objetivo. Através do módulo *Rank* foi possível padronizar as áreas de expansão industrial e urbana resultantes do zoneamento ambiental (apresentadas no Apêndice C), de modo a se tornarem comparáveis. A ordem hierárquica escolhida para ambas as imagens foi descendente.

Com a determinação hierárquica celular de cada objetivo, bem como a quantidade de células (área de expansão industrial: 30.934 células e área de expansão urbana: 177.085 células) foi necessário, antes de executar o módulo *Mola*, determinar a tolerância mínima das células que atenda aos dois objetivos, sendo: 889 células que corresponde a 20 hectares de solução desejada, para áreas com potencialidade de expansão industrial, pois cada pixel com resolução de 15m abrange uma área de 0,0225 hectare.

Atribuindo um peso igual para os dois objetivos (0,5), foi possível finalmente executar o módulo *Mola* para resolver este conflito. A imagem resultante deste procedimento, que consiste no segundo resultado deste cenário, está apresentada na Figura 58, bem como a sua estatística no Apêndice A, o qual apresentou três interações possíveis.

Figura 58: resolução do conflito

A quantificação das áreas apresentadas no Quadro 32 demonstrou que apenas as áreas destinadas à expansão urbana diminuíram, já as áreas destinadas à ocupação industrial permaneceram.

QUADRO 32 – CÁLCULO DAS ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL E URBANA

<b>Conflito Urbano</b>	<b>N° de células</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Área de Expansão Industrial	30.934	696.0150	18,62
Área de Expansão Urbana	123.078	2769.2550	81,38
<b>Área Total</b>	<b>154.012</b>	<b>3738.2700</b>	<b>100</b>

Para um melhor entendimento deste resultado fez-se uma análise nas áreas de conflito apresentadas na Figura 57, bem como a resolução deste conflito alcançado com o módulo *Mola* apresentado na Figura 58:

- A Área 1 constitui-se por Zonas de Urbanização Controlada - ZUC (estabelecida pelo PDDI), que segundo MEDEIROS (2003) são áreas de médias restrições à ocupação urbana, pelos fatores considerados e ponderados em suas análises (ver Apêndice C). Ao utilizar o módulo *Mola*, a solução encontrada por este algoritmo nessa área em conflito foi atribuir ao uso industrial, por não haver nenhuma restrição quanto à esta ocupação.
- A Área 2, localizada em Zona Urbanizável – ZU, não possui restrições, constituindo-se uma área de grande potencialidade para ocupação urbana, segundo análise de MEDEIROS (2003). Mas a solução encontrada pelo algoritmo *Mola* foi atribuir ao uso industrial por ser áreas perto de rodovias, com declividades baixas de 0-5% e 5-10%, por representar áreas de colinas amplas com topos horizontais (Cath) e colinas amplas e médias (Cam).
- Com relação à Área 3, também localizada numa Zona Urbanizável, esta possui médias restrições à ocupação urbana, mas o algoritmo *Mola*

também atribuiu ao uso industrial devido as mesmas considerações apontadas na Área 2.

Portanto, pode-se perceber que a utilização do algoritmo *Mola* possibilitou resolver as incertezas quanto aos conflitos urbanos, permitindo propiciar um ordenamento territorial da ocupação industrial e urbana, constituindo-se em uma ferramenta importante dentro de um processo de gestão do território, que visa a maximização de objetivos conflitantes através de uma solução de consenso.

O terceiro resultado alcançado neste cenário consistiu na elaboração do mapa de áreas com potencialidade de expansão industrial e urbana sem ocupar áreas de vegetação nativa. Sendo assim, através do módulo *Crosstab* do software *Idrisi*, foi possível fazer o cruzamento da imagem obtida no segundo resultado deste cenário (Figura 59) com as áreas de vegetação nativa (Figura 29, já apresentada), bem como quantificar suas respectivas áreas (Quadro 33).

QUADRO 33 – CÁLCULO DAS ÁREAS DE EXPANSÃO INDUSTRIAL E URBANA EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATIVA

Conflito Urbano	Nº de células	Área (ha)	Área (%)
Área de Expansão Industrial	27.788	625.2300	18,04
Área de Expansão Industrial/Mata Nativa	3.146	70.7850	2,04
Área de Expansão Urbana	118.163	2658.6675	76,73
Área de Expansão Urbana/Mata Nativa	4.915	110.5875	3,19
<b>Área Total</b>	<b>150.012</b>	<b>3465.2700</b>	<b>100</b>

Conforme o Quadro 33, pode-se perceber que o território possui 5,23% (181.3725 ha) de áreas destinadas à vegetação nativa, restando apenas 18,04% para expansão industrial e 76,73% para expansão urbana. Este procedimento permitiu apontar com clareza as áreas que realmente possuem capacidade e potencialidade de expansão industrial e urbana, bem como propor um Plano de Proteção Ambiental nas áreas de vegetação nativa.

*FIGURA 59: CROSSTAB CONFLITO COM MATA NATIVA*

### 5.3. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO À MITIGAÇÃO AMBIENTAL

A partir dos resultados obtidos e da análise dos cenários, pode-se verificar que os impactos provocados pelo processo de industrialização ocorreram - e continuam ocorrendo - devido à falta de um planejamento urbano que ordene o uso do solo quanto à implantação de área industrial, reflexo de um modelo obsoleto e irracional de ocupação do espaço.

Diante desse quadro atual, faz-se necessário elaborar medidas mitigatórias precedidas de um Plano de Desenvolvimento Industrial e Proteção Ambiental no objetivo de minimizar os impactos ambientais gerados por esta ocupação antrópica, bem como estabelecer diretrizes e restrições de ocupação nas áreas com potencialidade de expansão.

Para a elaboração dessas medidas, visando propor um planejamento individualizado de acordo com a capacidade de suporte de cada área, fez-se necessário através do módulo *Crosstab*, do software *Idrisi*, fazer o cruzamento das Áreas de Planejamento estabelecidas pelo Plano Diretor (Figura 26) com o Zoneamento Ambiental (Figura 47), ambas figuras já apresentadas anteriormente.

No objetivo de subsidiar a elaboração das medidas mitigatórias, bem como as diretrizes ambientais, fez-se necessário quantificar as áreas de ocupação e expansão industrial nas Áreas de Planejamento (AP), apresentadas nas Figuras 60 e 61 e nos Quadros 34 e 35, através do módulo *Crosstab*.

O resultado deste procedimento permitiu verificar que em relação à ocupação industrial nas Áreas de Planejamento, apenas as AP 4, 5 e 6 possuem uma alta concentração industrial, sendo que a AP1 e 9, por possuírem baixa porcentagem, apresentam alta concentração industrial em relação à área total da AP. Quanto à expansão industrial, apenas as AP2, 5, 6, 8 e 11 possuem capacidade e potencialidade de ocupação.

QUADRO 34 – CÁLCULO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO INDUSTRIAL NAS A.P.

Área de Ocupação Industrial na Área de Planejamento (AP)	Área (ha)	Área (%) em relação à área de planejamento
AP 1 - Área: 1197.2475 ha	39.9375	8,07
AP 2 - Área: 1197.2475 ha	28.1925	5,60
AP 4 - Área: 1195.8525 ha	107.8425	21,78
AP 5 - Área: 1618.6050 ha	114.4125	23,11
AP 6 - Área: 1566.2700 ha	103.8825	20,98
AP 7 - Área: 476.1675 ha	18.1575	3,68
AP 8 - Área: 671.9850 ha	44.1000	8,91
AP 9 - Área: 287.6175 ha	38.9475	7,87
Total da Área de Ocupação	495.6300	-----

QUADRO 35 – CÁLCULO DAS ÁREAS COM POTENCIALIDADE DE EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS A.P.

Área de Planejamento (AP)	Área de Expansão Industrial nas AP (ha)	Área (%) em relação à área de planejamento
AP 2 - Área: 1197.2475 ha	31.8375	1,19
AP 3 - Área: 1442.6550 ha	4.7700	0,33
AP 5 - Área: 1618.6050 ha	117.7425	7,00
AP 6 - Área: 1566.2700 ha	23.4225	1,00
AP 8 - Área: 671.9850 ha	78.5250	11,68
AP 10 - Área: 549.0000 ha	1.6875	0,30
AP 11 - Área: 3237.9075 ha	367.0425	11,00
Total da Área em Expansão	625.2300	-----

Com os esses parâmetros obtidos quanto à ocupação e expansão em cada área de planejamento, pode-se elaborar o Plano de Desenvolvimento Industrial e Proteção Ambiental em cada Área de Planejamento, apresentada no Quadro 36 (AP 1), Quadro 37 (AP 5) e Quadro 38 (AP 11), sendo as demais áreas apresentadas no Apêndice C.

*FIGURA 60: ÁREA DE OCUPAÇÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANEJAMENTO*

*FIGURA 61; ÁREA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL NAS ÁREAS DE PLANJEMANETO*

*QUADRO 36 PROCESSO MITIGATÓRIO*

*QUADRO 37: PROCESSO MITIGATÓRIO*

*QUADRO 38: PROCESSO MITIGATÓRIO*

## **6. CONCLUSÕES**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões acerca do trabalho realizado, o qual foi orientado na busca de uma metodologia à análise ambiental e territorial na apropriação do espaço urbano pela atividade industrial.

Dentre os objetivos propostos (geral e específicos) destaca-se que foi possível a sua realização mediante a utilização das ferramentas de Geoprocessamento, o qual demonstrou, durante o percurso desta presente dissertação, grande eficácia em estudos voltados ao planejamento e gestão urbana.

Do ponto de vista do planejamento ambiental, o estudo realizado permitiu apontar que o modelo de desenvolvimento industrial adotado pelos órgãos públicos durante todo o processo de industrialização – e adotado até então – demonstrou-se obsoleto quanto à adequação do solo para atividades industriais com profundas mudanças nos padrões de usos do solo impostas pelas atividades socioeconômicas.

Ao mesmo tempo, pode-se perceber o descaso em não se investir de modo sério e eficiente nas soluções dos problemas ambientais mais graves na cidade

decorrentes dessa atividade – tais como: poluição do ar, solo, água – além de não ter demonstrado nenhuma preocupação com a preservação da qualidade de vida no município e na região.

Os resultados aqui obtidos apontaram com clareza que o crescimento urbano-industrial desordenado, no território de Americana-SP, tem processado impactos ambientais, pois não levou em consideração a capacidade que o meio possui de estar suportando estas atividades antrópicas e os fatores ambientais naturais do meio físico.

Para discutir esses impactos, remeteu-se à investigação mensurada pela revisão bibliográfica sobre o processo de industrialização e suas conseqüências quanto à degradação do espaço urbano.

Desta maneira, este trabalho assume grande importância na elaboração da metodologia proposta quanto a métodos para adequação ambiental na implantação de zonas e/ou áreas industriais, possibilitando propor um ordenamento dos usos e uma produção do espaço urbano mais sustentável.

Ao mesmo tempo, visa ressaltar a órgãos gestores do município a importância de criar cenários sustentáveis dentro dessa nova hierarquia urbana, baseados em modelos que sustentam as políticas urbanas capazes de enfrentar os desafios impostos pelas contradições da globalização.

Cabe, neste momento, saber quais são os diagnósticos que hoje sustentam as políticas urbanas capazes de enfrentar os desafios de cidades crescentemente atravessadas por essa globalização. Neste sentido, a utilização do método de rotinas de apoio à decisão demonstrou-se uma ferramenta poderosa para tomadores de decisão na alocação de recursos da atividade industrial, pois possibilitou incorporar o erro no processo de industrialização (impacto ambiental), ajudou na construção de mapas de aptidão através de critérios múltiplos, localizando áreas de expansão industrial, e atendeu decisões sobre localização quando objetivos múltiplos estavam envolvidos, resultando num ordenamento territorial do uso industrial e urbano. Ao introduzir o método

Processo Hierárquico de Análise - AHP (*Hierarchical Analytical Process*) possibilitou tomar decisões com compensação de riscos ambientais.

Portanto as ferramentas de Geoprocessamento constituem-se um importante instrumento mitigador dos problemas de degradação, o qual possibilita ao gestor resolver as incertezas e reverter a externalidade provocada por este processo.

Cabe a reflexão: de que maneira deve-se sustentar o meio ambiente? No que tange à busca de métodos científicos que apontem a sustentabilidade do desenvolvimento industrial-urbano remete à reflexão de alguns autores como: ACSELRAD (2001), OMISHI (1993, *apud* ACSELRAD, 2001) e CAMAGNI & GIBELLI (1997, *apud* ACSELRAD, 2001).

Será que a solução seria introduzir em um processo de gestão do território:

- O princípio de que a cidade é como um lugar de transformação de energia em trabalho, fundado na racionalidade econômica aplicada aos fluxos de matéria-energia?
- A hipótese Malthusiana de limite da capacidade urbana na distribuição de funções das metrópoles para as regiões, das áreas metropolitanas internas para as áreas metropolitanas periféricas?
- A hipótese de sustentabilidade urbana levando em consideração a capacidade de suporte local?

Talvez caberia, neste caso, adotar tecnologias poupadoras de espaço, matéria e energia com o objetivo de reduzir o impacto antrópico das práticas urbanas, voltadas para a reciclagem de materiais e energias alternativas; introduzir o limite de capacidade de suporte do meio físico em estar adequando determinadas atividades industriais; ao mesmo tempo, criar um processo de gestão para que ele seja incorporado no planejamento municipal (Plano Diretor).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. Sentidos da sustentabilidade urbana. In: **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**, Rio de Janeiro: Editora DP&A, 2000. p. 27.

ALMEIDA, F. G; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p.253-274.

ALVES, C. de. M. A. **A Ponderação dos Fatores Ambientais com uso de Sistemas de Informações Geográficas na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água para irrigação**. São Carlos-SP, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo (EESC-USP). Apud. MORENO (2000b).

AMERICANA (Município). **Decreto-lei nº3.269, de 15 de janeiro de 1999**. Dispõe do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do município de

Americana. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal nº148/98-Poder Executivo – Dr Waldemar Tebaldi. Americana-SP

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº3.271, de 15 de janeiro de 1999.**  
Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo do município de Americana e dá outras Providências. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal nº148/98-Poder Executivo – Dr Waldemar Tebaldi. Americana-SP.

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº3.318, de 15 de janeiro de 1999.**  
Dispõe sobre Categorias de Uso e Zoneamento do município de Americana. Autor do Projeto de Lei Câmara Municipal nº148/98-Poder Executivo – Dr Waldemar Tebaldi. Americana-SP.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**, 2ª Edição Rio de Janeiro: Editora Lumem Júris, 1998. p.121-136.

ARAÚJO, P. C. Aplicação do método multi-critério em Sistemas de Informação Geográfica na escolha de locais para a disposição de resíduos sólidos no município de Americana-SP. In: **9º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, 1999, São Paulo. Anais...São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999.

ATLAS Nacional do Brasil. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE), 1992. p.14-45.

BELTRAMI, Z. V. **Geografia Ativa**. São Paulo: Editora Ática, 1990. p.32.

BERTONI, J; LOMBARDI, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990. p. 23.

BERTONI, J; LOMBARDI, F. **Tolerância de Perdas de Terra por Solos do estado de São Paulo**. Boletim técnico nº28, Campinas: Instituto Agrônomo Campinas (IAC), 1975.

BRANCO, S. M. **Ecologia para 2º grau**. São Paulo: CETESB, 1978. p.157-168.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Lei nº04-09, de 1995**. Dispõe restrições quanto ao uso industrial em corpos d'água.

BULHÕES, N. Ecologistas “limpam” Ribeirão Quilombo. In: **Todo Dia**. Americana, 22/mar/1999. p.4, nº876.

BURROUGH, P. A; MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems: Spatial Information Systems and Geostatistics**. Oxford: University, 1998. Apud CÂMARA et. al (2001).

CAMAGNI, R; GIBELLI, M. C. **Development Urbain Durable – Quatre Métropoles Européennes**. Paris: Datar L' Aube, 1997. Apud ACSELRAD (2000).

CÂMARA, G; MEDEIROS, I. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 29/set/ 2001.

CÂMARA, G. et. al. **Introdução à Geociência da Informação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 29/set/2001.

COELHO, M. A. **Geografia do Brasil**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Moderna, 1998. p.171-183/349-355.

COELHO, M. P. **Análise do Processo de Assoreamento do Reservatório de Americana-SP**. 1993. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE)/UNESP, Rio Claro.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI, JUNDIAÍ (CBH-CPJ). **Relatório Técnico Final**. Volume 1, p.15-35. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh-cgi.html>>. Acesso em: 06/jun/2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1986.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatórios da Qualidade do Ar, Solo, Água das Bacias Hidrográficas**. Americana, 2001. Disponível em: <[html://www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em: 03/03/2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Resíduos Sólidos Industriais**. 2ª Edição. São Paulo: ASCETESB/CETESB, 1993. p.233.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNA), INSTITUTO EVALDO LODI (IEL), SEBRAE. **Análise da eficiência econômica e da competitividade da cadeia têxtil brasileira**. Brasília: Instituto Evaldo Lodi, 2000. p.17-21.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Os cinturões da Prosperidade**. São Paulo: Editora Abril, ano 27, nº288, 1995 (a). p. 40-42.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **445 Anos de História da Indústria**. São Paulo: Editora Abril, ano 27, nº288, 1995 (b). p. 32-35.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. In: **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. 54: 1551-4, 1988. Apud CÂMARA et. al. (2001).

CHISTOFOLETTI, A; TEIXEIRA A. L. A. **Sistemas de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrativo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/aplicativos>>. Acessado em: 17 out 2001.

DEÁK, C; SCHIFFER, S. R. (org.). **O Processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), 1999. p. 75-100.

DENÉGRE, J. **Technological progress in geographical research**: recent developments in satellite remote sensing and geographical information systems. Mapping Sciences and Remote Sensing, 1994.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows User's Guide version 32.2**. Decision Support: Decision Strategy Analysis. Worcester-MA. Clark University: Graduate School of Geography, 2001.

EASTMAN, J. R. **Manual do Usuário-Versão Digital: Introdução e Exercícios tutoriais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Recursos Idrisi, 1998. p.89-115.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO (EMPLASA). **Por Dentro da Região Metropolitana de Campinas**. São Paulo: Governo do Estado do São Paulo, Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2001. Capítulos: Introdução, Transportes, Financeiros.

FAGGIONATO, P. Setor têxtil tem crescimento de 15%. In: **Todo Dia**. Americana, 28/dez/1999(a). p.03, nº1.157.

FAGGIONATO, P. Indústria têxtil retoma o crescimento In: **Todo Dia**. Americana-SP, 18/mai/1999(b). p.4, nº933.

FIGUEIREDO, P. J. M. **Sustentabilidade Ambiental: Aspectos conceituais e questões controversas**. Brasília: Programa Conheça a Educação, Ministério da Educação, 19/07/2001.

FERNANDES, A. I; FERREIRA, C. Faciologia do Sub-Grupo Itararé e dos Depósitos Cenozóicos entre Jaguariúna e Americana. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 38, 1991, Camboriu: Sociedade Brasileira de Geologia (SBG). Anais...Camboriu, 1994. Volume 1.

FERRARI, C. **Curso de Planejamento Integrado**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Livraria Pioneira, 1982. p.369-407/595-603.

FREITAS, W. et. al. Desafios do Novo Milênio. In: **O Liberal**. Americana, 27/08/1999. p.02-07, Caderno Especial, Ano 48.

GALETI, P. A. **Conservação do solo reflorestamento-clima**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. Apud. MORENO (2000b).

GOBBO, C. (org). **Preservando Nossa História**. Americana: Copyright, 1999. p.15-48.

HASENACK, H. et. al. **Análise de Vulnerabilidade de um Parque Urbano Através de Módulos de Apoio à Decisão em Sistema de Informação Geográfica**. Disponível em: <[http://www.faoirgis.com.br/artigos/meioamb/parque\\_urbano.html](http://www.faoirgis.com.br/artigos/meioamb/parque_urbano.html)>. Acesso em: 30/10/2001.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC); INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC). **Carta pedológica semi-detalhada do estado de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil em Números**. Rio de Janeiro, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil: Uma visão Geográfica nos Anos 80**. Rio de Janeiro, 1988. p.133.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O traço da Desigualdade Social no Brasil**. Rio de Janeiro, 1993. p.09.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. Volume 25.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. Volume 28.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. Volume 32.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Volume 34.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Industrial 1985**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. Departamento de Indústrias.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS (IGCE). **Mapa da Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.igce.unesp.br/igce/geografia/depressao.html>>. Acesso em: 13/jun/2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. Volume I e II.

INSTITUTO GEOLÓGICO (IG). **Subsídios para o Planejamento Regional e Urbano do meio físico na porção média da Bacia do rio Piracicaba**. São Paulo: Instituto Geológico, 1996. Volume 4.

KURKDJIAN, M. L. N. O. **Sensoriamento Remoto Orbital: um instrumento para monitorar o crescimento urbano**. São José dos Campos: Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1998. p.01-03, INPE-4456-PRE/1287.

LANDIS, J. R; KOCH, G.G. The Measurement of observer agreement for categorical data. In: **Biometrics**, 1997, p.159-174. Volume 33, nº1.

LEME, R. A. S. **Contribuições à Teoria da Localização Industrial**. São Paulo: Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas da Universidade de São Paulo, 1965.

LILLESAND, T. M; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Wiley, 1994. p. 585-618p.

LIMA, E. R. V. et. al. Sistemas de Informações Geográficas e Técnicas de Sensoriamento Remoto na elaboração de Mapa de Riscos de Erosão no Sertão da Paraíba. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, maio/agosto/1992. Volume 16, nº2.

LIMA, R. H. **Configuração Geológica-Geotécnica da região de Americana-SP, Utilizando Sondagens à Percussão de Simples Reconhecimentos.**

1997, Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGDE), UNESP, Rio Claro.

LIMA, R. Trem metropolitano será prioridade da RMC. In: **Folha de São Paulo.** São Paulo, 14/nov/2000. p.C-0, nº26.158.

LOMBARDO, M.A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985. Apud MORENO (2000b).

MAGNOLI, D. (org). **A nova geografia: estudos de geografia do Brasil.** 2ª Edição, São Paulo: Editora Moderna, 1998. p.81-94/100-102.

MEDEIROS, A. C. **Análise ambiental do processo de urbanização em Americana,SP: diretrizes para elaboração da gestão ambiental, através da técnica de geoprocessamento.** 2003. Dissertação (Mestre em gestão Ambiental), Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Metodista de Piracicaba.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob formas de Atlas.** São Paulo: Instituto Geológico, 1973. ISSN 100431X. Apud INSTITUTO GEOLÓGICO (1996).

MORENO, J. **Geoprocessamento como instrumento de análise e gestão ambiental do território.** Santa Bárbara D' Oeste: Laboratório de Geoprocessamento, 2000. Projeto SEAC/CONSEPE – 186/00.

MORENO, J. **Análise da Organização e Dinâmica das Condições Ambientais e Urbanas face a uma Nova Ordem Econômica: Piracicaba e seu entorno.** 2000b. Tese de Doutorado, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), São Carlos.

MOTA, F. **Manual de Localização Industrial.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Apec Editora, 1968. p. 233.

MULLER, A. Criada Região Metropolitana de Campinas. In: **Correio Popular**. Campinas, 25/maio/2000. p.05-Política, nº22.571.

NASCIMENTO, C. B. **Integração Tipológica da Favela Mathiensien no Desenho Urbano**. Americana, 2000. Trabalho de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Santa Bárbara D`Oeste.

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

O LIBERAL (da redação). Entidades reafirmam dados sobre crise em Americana. In: **O Liberal**. Americana, 27/maio/1995. p.7, nº8.425.

OLIVEIRA, J. B. et.al. **Classes Gerais de Solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia (FUNESP), 1992. p.98-187.

OLIVEIRA, J. B. et.al. **Levantamento Pedológico Semidetalhado dos Solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1979. Série V, p. 43-154.

OLIVEIRA, J. B. **Solos da Folha de Piracicaba**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 1999. Boletim Científico, nº48, p.98-187.

OLIVEIRA, M. M. **Análise da Dinâmica dos Usos da Terra: O Estudo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João-SP**. 2000. Dissertação (Mestrado em Análise de Informação Espacial), Instituto de Geociências/UNESP, Rio Claro-SP.

OMISHI, T.A. **Capacity Approach for Sustainable Urban Development: an Empirical Study**. Regional Studies, 1993. V.28.1, p.39-51. Apud ACSELRAD (2000).

PENDOCK & NEDELJKOVIC. **Integrating geophysical data sets using probabilistic methods**. Thematic Conference and Workshop on Applied geologic remote Sensing, 11<sup>o</sup>; Las Vegas, 1996. v.2, p. 621-628.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (P. M. A. a). Americana: um exemplo para Região Metropolitana. In: **Informativo da Prefeitura Municipal de Americana**. Americana, 2001. p.3

PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (P. M. A. b). **Informativo Sócio-Econômico**. Americana: Coordenadoria do Planejamento, Secretaria de Planejamento Urbano e Controle do Meio Ambiente, 1998. Volume 14, Ano Base 1997, p.50/32.

\_\_\_\_\_. **Informativo Sócio-Econômico**. Americana: Coordenadoria do Planejamento, Secretaria de Planejamento Urbano e Controle do Meio Ambiente, 1999. Volume 15, Ano Base 1998, p.33/34/59/60.

\_\_\_\_\_. **Informativo Sócio-Econômico**. Americana: Coordenadoria do Planejamento, Secretaria de Planejamento Urbano e Controle do Meio Ambiente, 2000. Volume 16, Ano Base 1999, p.34.

\_\_\_\_\_. **Informativo Sócio-Econômico**. Americana: Coordenadoria do Planejamento, Secretaria de Planejamento Urbano e Controle do Meio Ambiente, 2001. Volume 17, Ano Base 2000, p.36.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA (P. M. A. c). **Levantamento das Indústrias quanto ao Tipo de Atividade**. Americana: Cadastro Técnico de Atividades, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Subsídios a Discussão do Plano Diretor**. Campinas: Secretaria de Obras e Serviços Públicos, [s.n.], p.86/103/189.

RANIERI, S. B. L. **Avaliação de método e escalas de trabalho para determinações de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**, 1996, p.10. Dissertação

(Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo (EESC-USP), São Carlos-SP. Apud MORENO (2000b).

RODRIGUES, J. A. **Façonismo, um Sistema de Trabalho da Indústria Têxtil: O Exemplo de Americana Industrial**. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1978. nº6.

SALUTINO, W. Carioba 2 não passa pela CETESB. In: **O Liberal**. Americana, 22/set/2001. p.4, nº10.370.

SANTIAGO, E. Poluição de indústria causa incomodo. In: **O Liberal**. Americana, 23/nov/1999. p.5, nº9.802, Ano 48.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: Editora Huditec, 1996.

SANTOS, M. A; NASCIMENTO, J. A. S. A inserção da variável ambiental no planejamento do território. In: **Revista da Administração Pública**, 1992. Volume 26, nº01, p.06-12.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº6.134, de 2 de junho de 1988**. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Diário Oficial da União, Brasília, volume 98, nº101, 02/06/88.

\_\_\_\_\_. **Lei nº124, de 24 de agosto de 1980**. Portaria Ministerial. Dispõe sobre proteção de corpos d'água quanto à disposição de resíduos e efluentes industriais.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para adequação ambiental na implantação de distritos industriais**. Séries Manuais, jan/1991.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento dos Corpos d'Água: Bacia do Rio Piracicaba**, Governo do Estado de São Paulo, 1994.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Anuário estatístico do estado de São Paulo**. São Paulo, 1990.

SILVA, S. **Expansão cafeeira e origens da indústria no Brasil**. São Paulo: Editora Alfa Omega, 1995. p. 113

SINDICATO DAS INDUSTRIAS TÊXTEIS DE AMERICANA E REGIÃO (SINDITEC). **Resumo do Setor Têxtil**. Disponível em: <<http://www.sinditec.com.br/resumopsetor.htm>>. Acesso em: 03/mar/2001.

SISTEMA DE ALERTA À INUNDAÇÃO DE SÃO PAULO (SAISP). **Rede Telemétrica da Bacia do Rio Piracicaba**. Disponível em: <<http://www.saisp.br/geral/piracicaba.html>> Acesso em: 16/fev/2002.

SOARES, P. R. B. **Zoneamento e Segregação em Campinas das Restrições de Uso e Ocupação do Solo**. 2000. p. 36-67. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Estadual de São Paulo/UNESP, Rio Claro-SP.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade**. Tradução de Paulo Renato Mesquita Pelligrino. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), 1995.

SSR TECNOLOGIA. **Imagens OrtoFoto**. Vinhedo: Banco de Dados, 2000. Disponível em: <<http://www.ssr.com.br>>. Acesso em: julho/2002.

VALLE, M. A. **Diagnóstico da Relação Indústria e Meio Ambiente no Município de Santo André-SP**. 1997. p.30/109. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Estadual de São Paulo/UNESP, Rio Claro.

VIADANA, M. I. C. F. **Atualização de cartas topográficas utilizando imagens orbitais – metodologia alternativa para microcomputadores**. 1995, p. 19. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/ USP, São Paulo.

VETTORAZZI, C. A. Sensoriamento Remoto Orbital. In: **Apostila Série Didática nº2**. Piracicaba: Departamento de Engenharia Rural, Universidade de São Paulo/ESALQ, 1992. p. 46/47/57.

WEINDERG, M. A força das cidades médias, In: **Revista Veja**. São Paulo: Editora Abril, 07/mar/2001. p.74-76, Edição1690, Ano34, nº09.

## **APÊNDICE A -**

Estatísticas de Georreferenciamento

Fluxograma das Assinaturas Espectrais

**QUADRO 39 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 03**

## Pontos de Controle

Old X	Old Y	New X	New 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 Georreferenciamento (RMS) = **0.003204**

**QUADRO 40 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 04**

## Pontos de Controle

Old X	Old Y	New X	New 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 Georreferenciamento (RMS) = **0.002571**

**QUADRO 41 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 05**

Pontos de Controle

Old X	Old Y	New X	New 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 Georreferenciamento (RMS) = **0.003005****QUADRO 42 – ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 07**

Pontos de Controle

Old X	Old Y	New X	New 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 Georreferenciamento (RMS) = **0.002725**

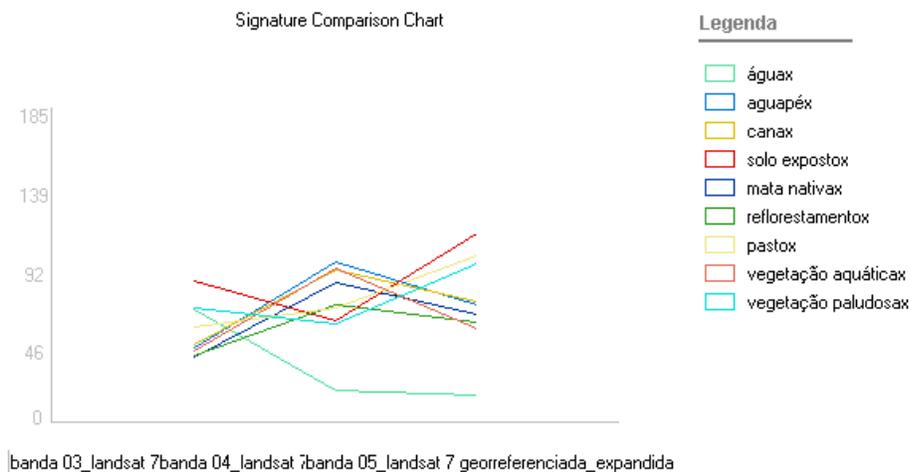
**QUADRO 43 - ESTATÍSTICAS DE GEORREFERENCIAMENTO: BANDA 08**

Pontos de Controle

Old X	Old Y	New X	New 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 Georreferenciamento (RMS) = **0.002368**

**FIGURA 62 – HISTOGRAMA DAS ASSINATURAS ESPECTRAIS**



## **APÊNDICE B -**

Classificação quanto ao Tipo de Atividade e Quantidade de Indústrias por Setores de Planejamento

Localização das Indústrias no município de Americana-SP

Localização e Análise das Verdades Terrestres (Fotografias Aéreas OrtoFoto)

**QUADRO 44 – DADOS QUANTITATIVOS DAS INDÚSTRIAS POR SETORES DE PLANEJAMENTO**

Classificação Quanto ao Tipo de Indústria	Quantidade de Indústrias por Setores de Planejamento														
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Ind.Materiais de Escritório, Escolares	2	1												1	
Ind.Cimento															
Ind.Art.Colchoaria inclusive Espumas				1											
Ind.Artefatos Deriv.Otros de Cimento							1	1				1			
Ind.Artefatos Derivados de Cimento PE		1		1	1	1				3	1		1		1
Ind.Borracha (Derivados de Borracha)	1	1			1							1			
Ind.Brinquedos, Mat.Esporte Recreação				1											
Ind.Couro, Peles e Prod. Similares															
Ind.Auto-Peças e Acessórios							1								
Ind.Gelo, Bebidas Alcoólicas ou Não				1						1			2		
Ind.Div (Bijuterias, Art.Rei, Velas)	1			1			1	1	1		1			1	
Ind.e Com. Maquin.Equip.Acess.Ind.Têxtil					1	2	1			1	1				
Ind.Envasadora e Distri. Liq. Álcool/Não										1		2			
Ind.Impres.Livros Rer.Impress.Fiscal	7	7	1	1	3	2		1		1				3	
Ind.Madeira (Tacos, Caixas, Etc)			1	1							1				
Ind. Maqui.Instru.Médicos/Cirurg.Dentar..	1						1						1		
Ind.Maqui/Ferram.Maqui./Apar.Indust.						1	1		1						
Ind.Maqui Diversas, Mat. Escritórios	1														
Ind Material Eletrônicos Comunicação	3	1		3				1	1			1			
Ind.Metals Preciosos Pedras (Joalheiros)		1													
Ind.Mobiliário	1					1		1				1	1	2	1
Ind. ou Produtor Agrícola	1														
Ind. p/ Outros Estabelecimentos												1			
Ind.Papel e Papelão		1		1	1		1	1	1	1					1
Ind.Pcs/Acess/Utens. p/ Maqui. Ac Indust.	4	2	1	9	3		4		3	2	1		1		3
Ind.Pedras e Outros Minerais c/ Comer.		1								1		1			
Ind.Prod.Alimentícios. (Vários)	1	3	1		1	1	1						1	2	
Ind.Prod.Alim.Conservas e Derivados												1			
Ind.Prod.Alim.Origem Agrícola Conserv.											1	1			
Ind.Prod.Materiais Plásticos		1		1	3		4		4	2	1			1	3
Ind.Prod.Mecânicos			1	3			2		1						
Ind.Prod.Metalúrgicos		1		5			1		5		1		1	2	3
Ind.Prod.Químicos p/ Limpeza							5								
Ind.Prod.Químicos em Geral			1	1	1							2		1	
Ind.Prod.Químicos (Compostos)	1					1			1	1	1				
Ind.Prod.Varej./ Outras Cult.Animal															
Ind.Têxtil a Fação	3	4	1	2	2		2	1		4	3			2	6
Ind.Têxtil Artefatos Outros (Tapeçaria)		1						1		2	1				
Ind.Têxtil c/ Beneficiamento	4	2	2	3	1		4		4	3	3				6
Ind.Têxtil c/ Comércio Derivados Vegetal	5	12	7	9	7	7	23		7	10	6	3	2	3	4
Ind.Têxtil de Tecidos Derivados Vegetal	18	34	5	31	9	14	25	3	11	37	11	3	6	13	50
Ind.Têxtil Fios e Linhas				1		1	2		1			1			
Ind.Têxtil Produtos Fios e Linhas		3	1		1		2		1						
Ind.Têxtil Própria e a Fação c/ Comercio							1		1						
Ind.Transporte Não Motorizado						1	1								
Ind.Vestuário Infantil (Fralda)	1	2			1										
Ind.Vestuário, Calçados e Art. Tecidos	34	22	15	12	17	15	5	23	14	20	24	3	9	27	21
Ind.do Mobiliário		1		1			1						1		1
Ind.Extrativa de Água Mineral							1								
Ind.Extrativa de Pedras e Outros Minerais												1			
Ind.Extrativa Vegetais Diversos															
Olaria, Fabricação de Telhas e Tijolos															
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>102</b>	<b>37</b>	<b>89</b>	<b>53</b>	<b>47</b>	<b>91</b>	<b>34</b>	<b>57</b>	<b>90</b>	<b>57</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>100</b>

## CONT. QUADRO 44

Classificação Quanto ao Tipo de Indústria	Quantidade de Indústrias por Setores de Planejamento												
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S25	S26	S27	S36	TOTAL*
Ind.Materiais de Escritório, Escolares													4
Ind.Cimento													1
Ind.Art.Colchoaria inclusive Espumas													5
Ind.Artefatos Deriv.Outros de Cimento				1		1							13
Ind.ArtefatosDerivados de Cimento PE						1		1				1	4
Ind.Borracha (Derivados de Borracha)													3
Ind.Brinquedos, Mat.Esporte Recreação					1							1	
Ind.Couro, Peles e Prod. Similares													1
Ind.Auto-Peças e Acessórios													4
Ind.Gelo, Bebidas Alcoólicas ou Não													8
Ind.Div (Bijuterias, Art.Rei, Velas)					1								9
Ind.e Com. Maquin.Equip.Acess.Ind.Têxtil					1	2							3
Ind.Envasadora e Distri. Liq. Alcool/Não													43
Ind.Impres.Livros Rer.Impress.Fiscal	1		3	2	1	3	3	3			1		7
Ind.Madeira (Tacos, Caixas,Etc)			1								1	2	3
Ind. Maqui.Instru.Médicos/Cirurg.Dentar..													5
Ind.Maqui/Ferram.Maqui./Apar.Indust.						2							1
Ind.Maqui Diversas, Mat. Escritórios													16
Ind.Material Eletrônicos Comunicação						1	3	1				1	1
Ind.Metals Preciosos Pedras (Joalheiros)													18
Ind.Mobiliário			2	1	1	1	3	1				1	2
Ind. ou Produtor Agrícola						1							1
Ind. p/ Outros Estabelecimentos													11
Ind.Papel e Papelão								1				2	53
Ind.Pcs/Acess/Utens. p/ Maqui. Ac Indust.	1	2	1	2	1	5	2	4				2	5
Ind.Pedras e Outros Minerais c/ Comer.								1				1	25
Ind.Prod.Alimentícios. (Vários)	1		1	3		1		7				1	2
Ind.Prod.Alim.Conservas e Derivados						1							4
Ind.Prod.Alim.Origem Agrícola Conserv.				1				1					28
Ind.Prod.Materiais Plásticos				1		1	5	1					12
Ind.Prod.Mecânicos						1	3					1	35
Ind.Prod.Metalúrgicos	1			2	1	6	2	3				1	5
Ind.Prod.Químicos p/ Limpeza													8
Ind.Prod.Químicos em Geral				1		1							10
Ind.Prod.Químicos (Compostos)				4								1	2
Ind.Prod.Varej./ Outras Cult.Animal						1				1			46
Ind.Têxtil a Fação				4	3	5	4						10
Ind.Têxtil Artefatos Outros (Tapeçaria)					1	1	2		1				36
Ind.Têxtil c/ Beneficiamento				1	3								136
Ind.Têxtil c/ Comércio Derivados Vegetal				9	4	9	5	3				1	6
Ind.Têxtil de Tecidos Derivados Vegetal	2	6		12	10	23	29	4		1	2	1	6
Ind.Têxtil Fios e Linhas													10
Ind.Têxtil Produtos Fios e Linhas				1								1	2
Ind.Têxtil Própria e a Fação c/ Comercio													3
Ind.Transporte Não Motorizado										1			5
Ind.Vestuário Infantil (Fralda)				1									373
Ind.Vestuário, Calçados e Art. Tecidos	3	9	4	9	12	23	11	26		1	2	12	9
Ind.do Mobiliário		1			2			1					1
Ind.Extrativa de Água Mineral													1
Ind.Extrativa de Pedras e Outros Minerais													1
Ind.Extrativa Vegetais Diversos				1									1
Olaria, Fabricação de Telhas e Tijolos			1										1
<b>TOTAL**</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>90</b>	<b>72</b>	<b>58</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>1351</b>

(\*) Total de indústrias por classificação quanto ao tipo de atividade

(\*\*) Total de indústrias por cada setor de planejamento

*FIGURA 63 – LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA*

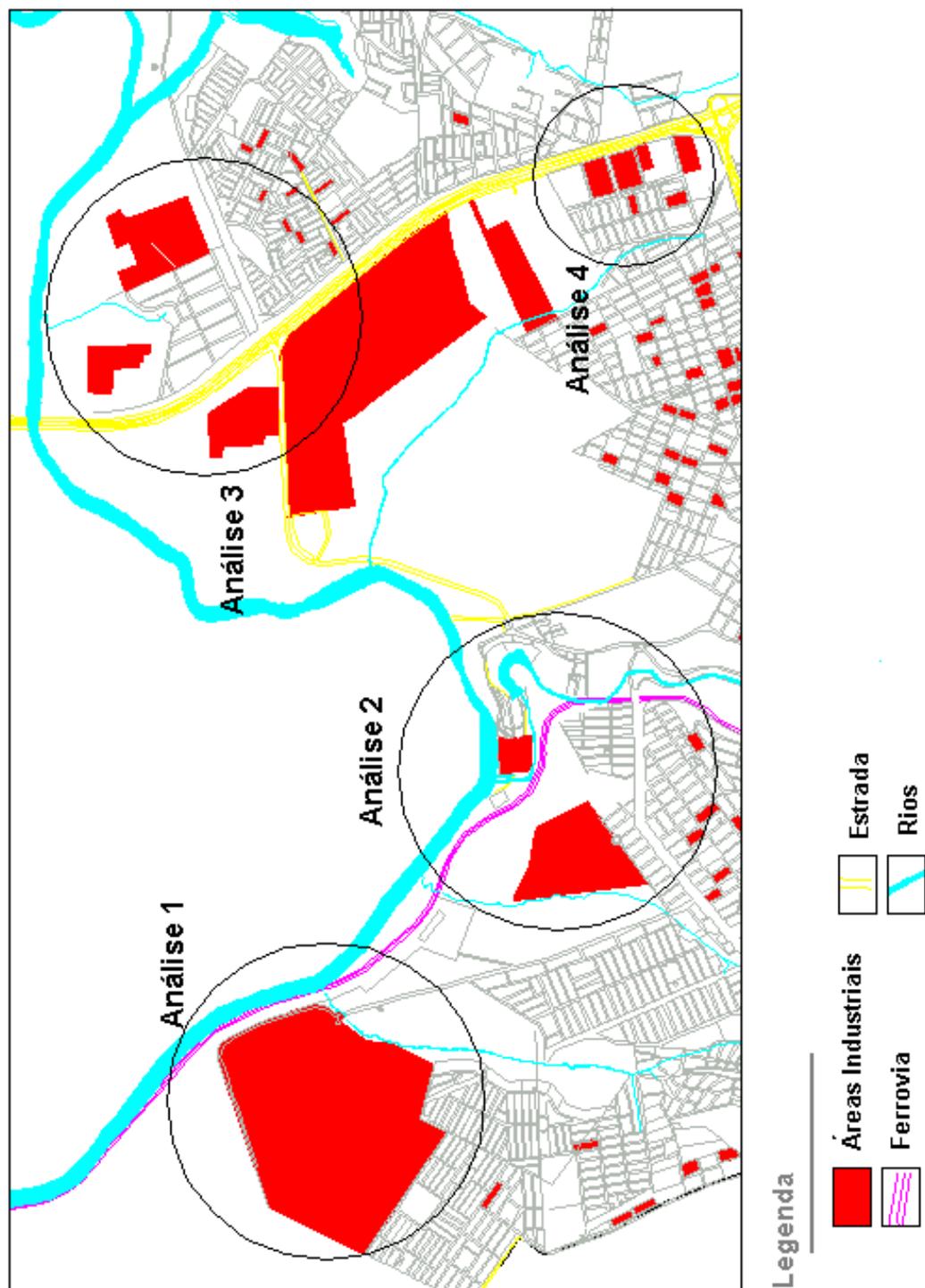
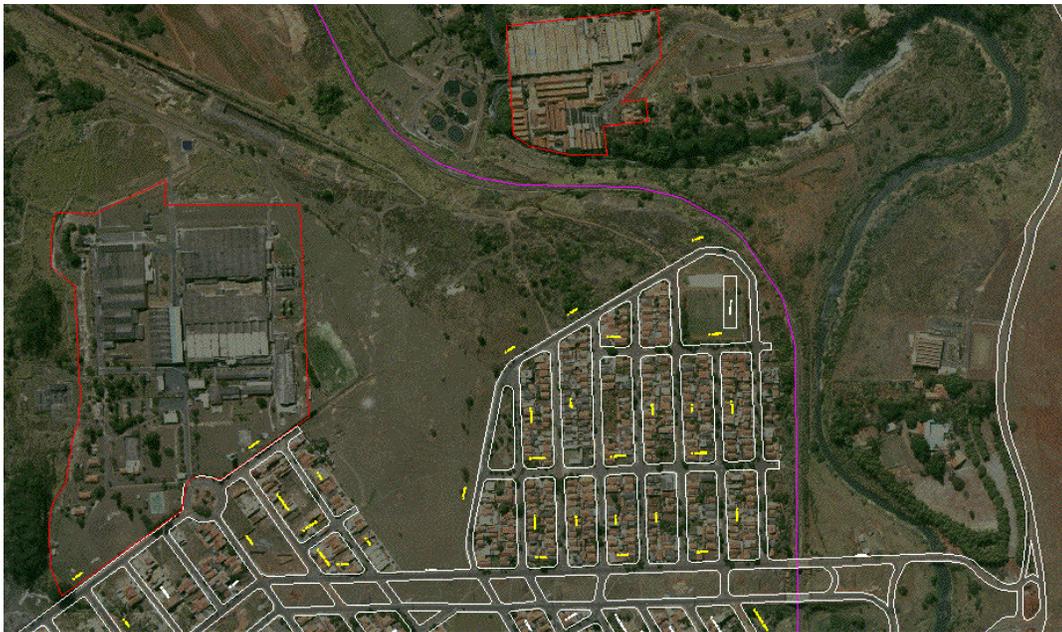


FIGURA 64 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES 1 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP

FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA - 2001



*FIGURA 65 – ANÁLISE DA ÁREA 1*



*FIGURA 66 – ANÁLISE DA ÁREA 2*

*FONTE: IMAGENS ORTOFOTO (2000) CEDIDAS PELA EMPRESA SSR TECNOLOGIA  
(<http://www.ssr.com.br>)*



*FIGURA 67 – ANÁLISE DA ÁREA 3*



*FIGURA 68 – ANÁLISE DA ÁREA 4*

*FONTE: IMAGENS ORTOFOTO (2000) CEDIDAS PELA EMPRESA SSR TECNOLOGIA  
(<http://www.ssr.com.br>)*

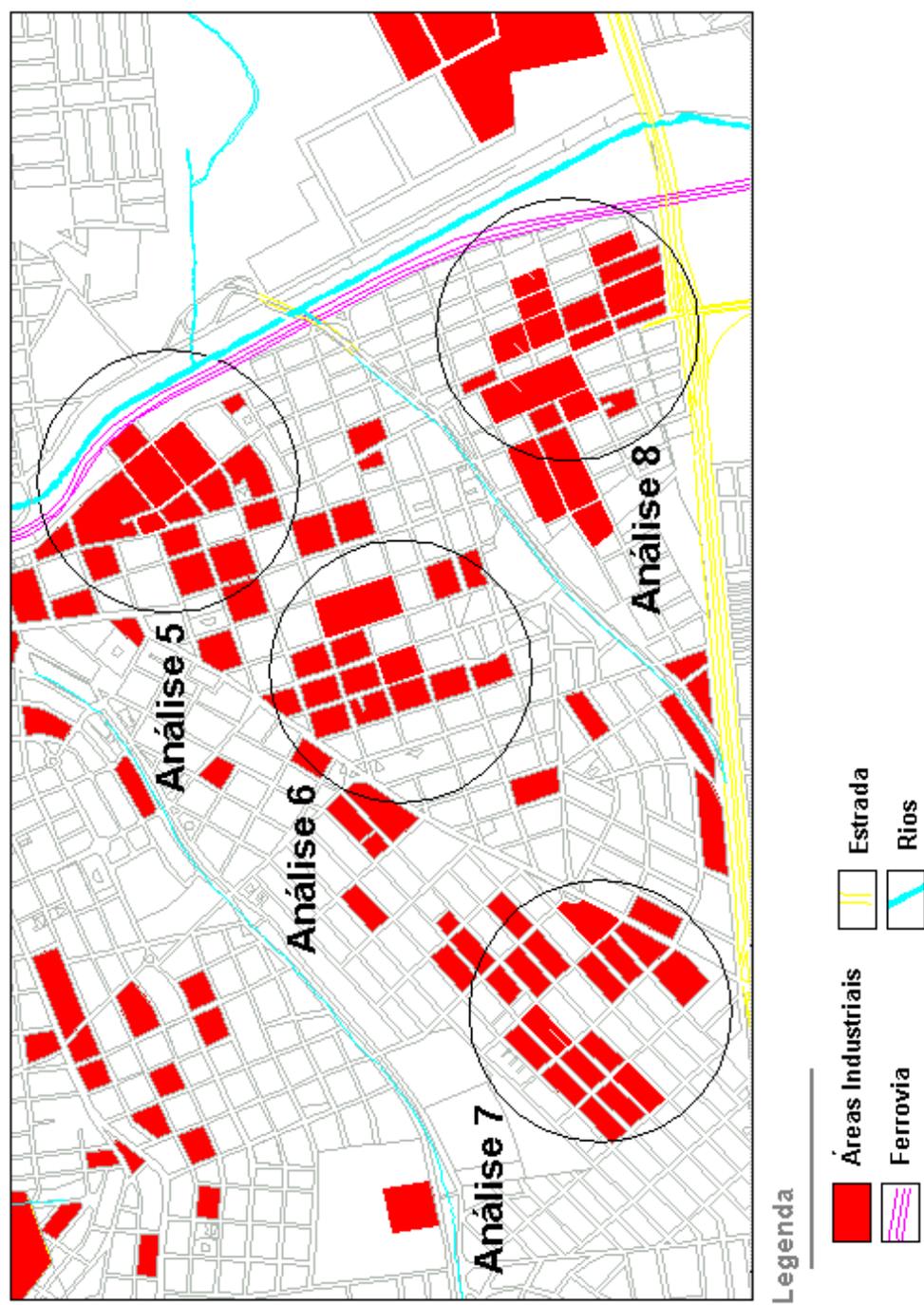


FIGURA 69 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES 2 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP

FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA - 2001



FIGURA 70 – ANÁLISE DA ÁREA 5



FIGURA 71 – ANÁLISE DA ÁREA 6

FONTE: IMAGENS ORTOFOTO (2000) CEDIDAS PELA EMPRESA SSR TECNOLOGIA  
(<http://www.ssr.com.br>)



*FIGURA 72 – ANÁLISE DA ÁREA 7*



*FIGURA 73 – ANÁLISE DA ÁREA 8*

*FONTE: IMAGENS ORTOFOTO (2000) CEDIDAS PELA EMPRESA SSR TECNOLOGIA  
([HTTP://WWW.SSR.COM.BR](http://www.ssr.com.br))*

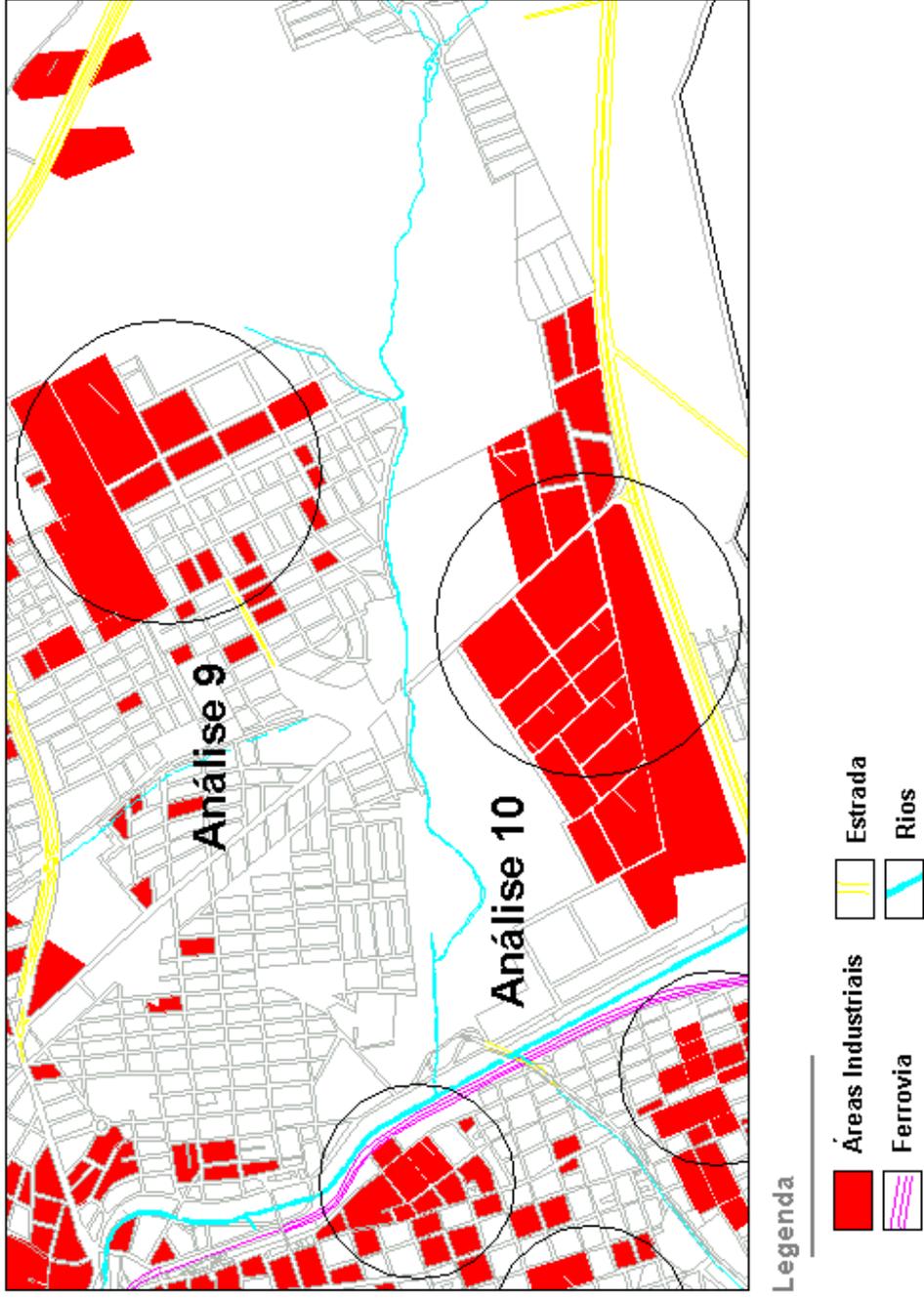


FIGURA 74 – LOCALIZAÇÃO DAS VERDADES TERRESTRES 3 NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP

FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE AMERICANA - 2001



*FIGURA 75 – ANÁLISE DA ÁREA 9*



*FIGURA 76 – ANÁLISE DA ÁREA 10*

*FONTE: IMAGENS ORTOFOTO (2000) CEDIDAS PELA EMPRESA SSR TECNOLOGIA  
([HTTP://WWW.SSR.COM.BR](http://www.ssr.com.br))*

## **APÊNDICE C -**

Zoneamento Ambiental Quanto à Ocupação Urbana

Áreas de Expansão Urbana em AUC (Área de Urbanização Controlada) e ZU (Zona Urbanizável)

Hierarquia Celular (módulo *Rank*) da Vulnerabilidade Ambiental quanto à Expansão Industrial e Urbano

Resultado Estatístico *Mola*

Processo de Mitigação nas Áreas de Planejamento

Figura 77 : Zoneamento Ambiental Urbano

Figura 78 – áreas de Expansão em AUC E  
ZU

Figura 79: Hierarquia celular expansão industria

Figura 80: Hierarquia celular expansão urbana

*QUADRO 45 - RESULTADO ESTATÍSTICO MOLA*

Area desired for objective 1: 122847 cells  
Area desired for objective 2: 30934 cells  
Area tolerance: 889 cells

## Results from Pass 1:

Objective: 1	Cut: 122847	Goal: 122847	Achieved: 97345
Objective: 2	Cut: 30934	Goal: 30934	Achieved: 30925

## Results from Pass 2:

Objective: 1	Cut: 155030	Goal: 122847	Achieved: 128294
Objective: 2	Cut: 30943	Goal: 30934	Achieved: 30934

## Results from Pass 3 :

Objective: 1	Cut: 149814	Goal: 122847	Achieved: 123078
Objective: 2	Cut: 30943	Goal: 30934	Achieved: 30934



Quadro 47: processo mitigatório ap3



Quadro 49: processo mitigatório ap6

Quadro 50: processo mitigatório ap7

Quadro 51: processo mitigatório ap 8

Quadro 52: processo mitigatório ap 9

Quadro: 53: processo mitigatório ap 10