

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 16.16.2000

Ass.: [Assinatura]

**ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO E DINÂMICA
DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E URBANAS
FACE A UMA NOVA ORDEM ECONÔMICA:
PIRACICABA E SEU ENTORNO**



DEDALUS - Acervo - EESC



31100008657

Arq. MSc. **João Moreno**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

ORIENTADOR: Prof. Dr. **Marcelo Pereira de Souza**

São Carlos
2000

Class.	TESE-EESC
Cutt.	3783
Tombo	0123100

31100008657

1084155

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

M843a Moreno, João
Análise da organização e dinâmica das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica : Piracicaba e o seu entorno / João Moreno. -- São Carlos, 2000.

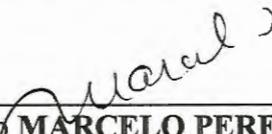
Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.
Área: Ciências da Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza.

1. Gestão ambiental. 2. Planejamento - globalização. 3. Produção do território.
I. Título.

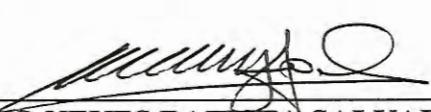
FOLHA DE APROVAÇÃO

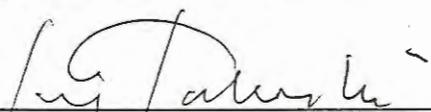
Candidato: Arquiteto **JOÃO MORENO**

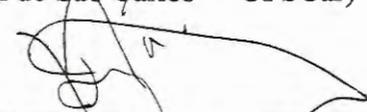
Tese defendida e aprovada em 03-03-2000
pela Comissão Julgadora:

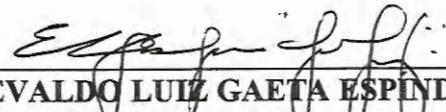

Prof. Associado **MARCELO PEREIRA DE SOUZA (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

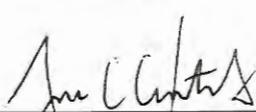

Prof. Titular **WOODROW NELSON LOPES ROMA**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)


Prof. Doutor **NEMÉSIO NEVES BATISTA SALVADOR**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)


Prof. Doutor **LUIZ ANTONIO NIGRO FALCOSKI**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)


Prof. Doutor **PAULO JORGE MORAES DE FIGUEIREDO**
(Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP)


Prof. Doutor **EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**
Coordenador da Área de Ciências da Engenharia Ambiental


JOSE CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

*“Firme está o meu coração ó Deus! (...) Render-te-ei
graças entre os povos ó Senhor! Cantar-te-ei louvores
entre as nações.*

*Porque a tua graça é melhor do que a vida; os meus
lábios te louvam. (...) Porque tu me tens sido auxílio ...”*

Salmos 108: 1,2 e 63: 3,7.

Este trabalho é dedicado a DEUS.
“A Ele, toda honra e toda glória ...”, pelo amparo da
vida e do conhecimento.

A minha querida Mãe – In memoriam.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela existência da vida;

A minha família por ter sabido compreender os momentos ausentes durante a realização deste trabalho, pelo afeto e demonstração de carinho;

Aos meus pais por terem me conduzido com sabedoria e no temor a Deus;

Ao Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza, meu orientador, por ter-me aceito e conduzido sob sua orientação nesta caminhada;

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico - pelo suporte financeiro;

Aos colegas de Departamento pela amizade e companheirismo;

A todos aqueles que se preocupam com o desenvolvimento e o meio ambiente de forma sustentável.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE SÍMBOLOS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
 Capítulo 1	
1. INTRODUÇÃO	1
1.1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2- O TEMA - SEU ANTECEDENTE	3
1.3- CONTEXTO DA PESQUISA	6
1.3.1- O Mercosul e a bacia do Piracicaba	9
1.4- CONSTRUÇÃO DO OBJETO	11
1.4.1- A dimensão territorial e os entornos regionais	11
1.4.2- Metropolização e urbanização acelerada	14
1.5- APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	16
1.6- OBJETIVOS	17
1.6.1- Geral	17
1.6.2- Específicos	18

Capítulo 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1- FENÔMENO E PROCESSO:	
URBANIZAÇÃO – METROPOLIZAÇÃO	19
2.1.1- Urbanização: antecedentes históricos	19
2.1.2- Urbanização: o processo no Brasil	22
2.1.3- Urbanização: industrialização – espacialidade territorial	26
2.1.4- Metropolização: aspectos gerais – características	28
2.2- A COMPLEXIDADE DO FENÔMENO:	
MEIO AMBIENTE E GLOBALIZAÇÃO	33
2.2.1- A questão ambiental: um percurso à modernidade	33
2.2.2- A questão da globalização: um paradigma da modernidade	38
2.3- A GESTÃO AMBIENTAL E URBANA:	
UM EXAME CONTEMPORÂNEO – NOVO PARADIGMA	41
2.3.1- O arcabouço - sustentabilidade: ambiente e território	46
2.3.2- A metanóia: política e zoneamento ambiental	49
2.3.3- Modelagem: instrumental para análise morfológica e ambiental	52
2.3.4- A base para modelagem: sistemas ambientais-urbanos	54
2.3.5- Processo: probabilístico ou estocástico – cadeia de Markov	56
2.3.6- Aplicação e diversidade: simulação do modelo cadeia de Markov	60
2.4- SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: INSTRUMENTAL E APLICABILIDADE AMBIENTAL E URBANA	64
2.4.1- Tecnologia espacial e geoprocessamento: limites de abordagem – estado da arte	65
2.4.2- A informação geográfica: potencial de modelagem na caracterização do sistema ambiental e do território	71

Capítulo 3

3. METODOLOGIA	75
3.1- O PROBLEMA E A HIPÓTESE	79
3.1.1- Antecedentes históricos: o território	79
3.1.1.1- O problema	81
3.1.1.2- A hipótese	81
3.1.1.2.1- Hipótese básica	82
3.1.1.2.2- Hipóteses secundárias	83
3.2- MATERIAIS	85
3.3- MÉTODOS	86
3.3.1- Elaboração da carta de suscetibilidade à erosão	93
3.3.2- Elaboração dos mapas de uso do solo	93
3.3.3- A estrutura urbana: aplicação da cadeia de Markov	101
3.3.4- A construção do cenário – indução de desenvolvimento: zoneamento ambiental sustentado	106

Capítulo 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
4.1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	112
4.2- PROCESSO DE OCUPAÇÃO: ANÁLISE ESPACIAL E MODELAMENTO	114
4.2.1- O meio físico: a dinâmica espaço-ambiental – suscetibilidade à erosão	114
4.2.1.1- Mapas: pedológico e declividade	118
4.2.2- A “cadeia de Markov”: aplicabilidade – verificação da eficácia em estudos ambientais urbanos	125
4.2.3- A “cadeia de Markov”: construção – tendências do urbano	129
4.2.3.1- Projeção das tendências de crescimento para 2002 e 2007	138
4.2.3.2- Espacialização das tendências de crescimento para 2002 e 2007	148

4.2.3.2.1- Espacialização dos resultados da “cadeia de Markov” – tendências do urbano ..150	
4.2.4- Um modelo na indução de desenvolvimento: zoneamento ambiental sustentado 169	
Capítulo 5	
5. CONCLUSÕES	185
5.1- A estrutura urbana: o consumo contemporâneo	188
6. ANEXOS	193
6.1 - Elaboração das matrizes do processo “cadeia de Markov”	193
Anexo A	194
Anexo B – QD. NW - 1992	196
Anexo B – QD. NE - 1992	198
Anexo B – QD. SW - 1992	200
Anexo B – QD. SE - 1992	202
Anexo C – QD. NW - 1997	204
Anexo C – QD. NE - 1997	206
Anexo C – QD. SW - 1997	208
Anexo C – QD. SE - 1997	210
Anexo D – QD. NW - 1997	212
Anexo D – QD. NE - 1997	214
Anexo D – QD. SW - 1997	216
Anexo D – QD. SE - 1997	218
6.2 - Representativo: da “Espacialização do Desenvolvimento Urbano” e da “Capacidade de Suporte Ambiental” – resultado por “Markov”	220
Anexo E - Figuras: 72, 73 e 74	221
7. BIBLIOGRAFIA	222

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização e características principais da bacia do Piracicaba	6
Figura 02 - Eixo de estudo: influências – novos cenários	11
Figura 03 - A bacia do Piracicaba e sua rede urbana	13
Figura 04 - Crescimento populacional: entorno regional	15
Figura 05 - Crescimento populacional: taxas anuais	15
Figura 06 - Como o homem encara e reage ao ambiente natural	35
Figura 07 - Importação e consumo de recursos	47
Figura 08 - Reação de um sistema ambiental perante um esforço ou tensão	48
Figura 09 - Esquema da análise espacial exploratória	74
Figura 10 - Localização geográfica e infra-estrutura – área objeto de estudo	76
Figura 11 – Roteiro metodológico – fluxograma de atividades - (1ª fase)	77
Figura 11 ^a – Roteiro metodológico – fluxograma de atividades – (2ª fase)	78
Figura 12 - Composição colorida – Imagem LANDSAT-5 da área de estudo	84
Figura 13 - Fluxograma da metodologia adota na análise de suscetibilidade à erosão	88
Figura 14 - Imagem representativa da declividade	89
Figura 15 - Imagem representativa da pedologia	90
Figura 16 - Imagem representativa da suscetibilidade à erosão	91
Figura 17 - Imagem representativa da geologia	92
Figura 18 - Composição colorida (falsa cor) ano 1987 – Rede de Drenagem	97
Figura 19 - Composição colorida (falsa cor) ano 1992	98
Figura 20 - Composição colorida (falsa cor) ano 1997	99
Figura 21 - Fluxograma da metodologia na geração do mapa de uso do solo	100
Figura 22 - Imagem representativa da divisão dos quadrantes – uso do solo	101
Figura 23 - Fluxograma da metodologia adotada na prospecção de crescimento urbano – “cadeia de Markov”	102

Figura 24 - Fluxograma da metodologia adotada na elaboração da carta zoneamento ambiental sustentado	110
Figura 25 - Imagem representativa zoneamento ambiental sustentado	111
Figura 26 - Suscetibilidade ambiental – declividade e erosão	121
Figura 27 - Mancha urbana ano 1997 – representatividade da espacialização da morfologia de uso do solo	124
Figura 28 - Imagem classificada – uso do solo / ano 1987	131
Figura 29 - Imagem classificada – uso do solo / ano 1992	132
Figura 30 - Imagem classificada – uso do solo / ano 1997	133
Figura 31 - Imagem representativa das trocas e permanências – QD. NW	134
Figura 32 - Imagem representativa das trocas e permanências – QD. NE	135
Figura 33 - Imagem representativa das trocas e permanências – QD. SW	136
Figura 34 - Imagem representativa das trocas e permanências – QD. SE	136
Figura 35 - Tendência de crescimento / vetor	148
Figura 36 - Tendência de irradiação de crescimento urbano	149
Figura 37 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. NW ano 2002”	152
Figura 38 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. NW ano 2002”	152
Figura 39 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. NW – ano 2002 “processo Markov – tendências”	153
Figura 40 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. NE ano 2002”	154
Figura 41 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. NE ano 2002”	154
Figura 42 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. NE – ano 2002 “processo Markov – tendências”	155
Figura 43 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. SW ano 2002”	156
Figura 44 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. SW ano 2002”	156
Figura 45 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. SW - ano 2002 “processo Markov - tendências”	157
Figura 46 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. SE ano 2002”	158

Figura 47 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. SE ano 2002”	158
Figura 48 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. SE ano 2002 “processo Markov – tendências”	159
Figura 49 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. NW ano 2007”	160
Figura 50 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. NW ano 2007”	160
Figura 51 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. NW – ano 200 “processo Markov – tendências”	161
Figura 52 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. NE ano 2007”	162
Figura 53 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. NE ano 2007”	162
Figura 54 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. NE – ano 2007 “processo Markov – tendências”	163
Figura 55 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. SW ano 2007”	164
Figura 56 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. SW ano 2007”	164
Figura 57 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. SW - ano 2007 “processo Markov - tendências”	165
Figura 58 - Imagem representativa de atritos – ID Markov “Tendência da ocupação por Markov – QD. SE ano 2007”	166
Figura 59 - Imagem representativa de custos – ocupação urbana “Irradiação da tendência por Markov – QD. SE ano 2007”	166
Figura 60 - Imagem representativa da espacialidade da expansão urbana QD. SE ano 2002 “processo Markov – tendências”	167
Figura 61 - Imagem representativa da declividade (Lei LEHMANN)	169
Figura 62 - Imagem representativa – declividade, preservação permanente, relevância ambiental e urbana	171
Figura 63 - Imagem representativa – suscetibilidade à erosão, preservação permanente, relevância ambiental e urbana	172
Figura 64 - Imagem representativa – suscetibilidade ambiental	172
Figura 65 - Imagem representativa – zoneamento ambiental QD. NW	175
Figura 66 - Imagem representativa – zoneamento ambiental QD. NE	176
Figura 67 - Imagem representativa – zoneamento ambiental QD. SW	177

Figura 68 - Imagem representativa – zoneamento ambiental QD. SE.....	177
Figura 69 - Imagem representativa da área de recarga de aquífero – cobertura vegetal – ano 1987	180
Figura 70 - Imagem representativa – da área de recarga de aquífero – cobertura vegetal – ano 1992	180
Figura 71 - Imagem representativa – da área de recarga de aquífero – cobertura vegetal – ano 1992	181
Figura 72 - Imagem representativa da área de solo exposto – QD. NW / ano 2002	221
Figura 73 - Imagem representativa da espacialidade da ocupação urbana por Markov - área de solo exposto – QD. NW / ano 2002	221
Figura 74 - Imagem representativa da capacidade de suporte ambiental - área de solo exposto – QD. NW / ano 2002	221

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Mundo e regiões mais e menos desenvolvidas – 1950/2000	20
Quadro 02 - Mundo e regiões mais e menos desenvolvidas – 1950/2000	21
Quadro 03 - População e número de cidades – entre 1960 e 1980	24
Quadro 04 - Participação total no país do produto total, do produto industrial e da população – segundo as regiões e estados – Brasil / 1970-1991	25
Quadro 05 - Crescimento da população nas áreas metropolitanas – ano de 1960/190	29
Quadro 06 - Urbanização brasileira: municípios sede das regiões metropolitanas – 1980	30
Quadro 07 - Sistemas sensores orbitais mais utilizados em estudos geoambientais	69
Quadro 08 - Principais características e aplicação das bandas do satélite TM – LANDSAT 5	70
Quadro 09 - Matriz de decisão para a determinação da suscetibilidade à erosão	87
Quadro 10 - Classes de cobertura do solo – características	95
Quadro 11 - Classes de cobertura do solo – área objeto de estudo	96
Quadro 12 - Matriz M_e – Trocas e Permanências	104
Quadro 13 - Matriz M_t - Transição	105
Quadro 14 - Matriz M_p – Previsão	105
Quadro 15 - Matriz M_d - Diferença entre a matriz de Previsão com a de Transição	106
Quadro 16 - Caracterização temática – zoneamento quanto à indução de crescimento urbano	109
Quadro 17 - Quantificação da distribuição espacial da imagem de suscetibilidade à erosão	119

Quadro 18 - Quantificação da distribuição espacial da imagem de declividade	119
Quadro 19 - Quantificação da distribuição espacial da declividade – uso urbano	123
Quadro 20 - Quantificação da distribuição – permanências e mudanças	126
Quadro 21 - Quantificação da previsão espacial – ano 1997	127
Quadro 22 - Quantificação da distribuição e previsão espacial	128
Quadro 23 - Quantificação da distribuição – permanências e mudanças – QD. NW	134
Quadro 24 - Quantificação da distribuição – permanência e mudanças – QD. NE	135
Quadro 25 - Quantificação da distribuição – permanências e mudanças – QD. SW	136
Quadro 26 - Quantificação da distribuição – permanências e mudanças – QD. SE	137
Quadro 27 - Matriz de transição – QD. NW	138
Quadro 28 - Matriz de transição - QD. NE	138
Quadro 29 - Matriz de transição – QD. SW	139
Quadro 30 - Matriz de transição – QD. SE	139
Quadro 31 - Quantificação da previsão espacial – QD. NW – ano 2002	140
Quadro 32 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2002 com a matriz de transição 1997 – QD. NW	141
Quadro 33 - Quantificação da previsão espacial / QD. NE – ano 2002	141
Quadro 34 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2002 com a matriz de transição 1997 – QD. NE	142
Quadro 35 - Quantificação da previsão espacial / QD. SW – ano 2002	142
Quadro 36 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2002 com a matriz de transição 1997 – QD. SW	143
Quadro 37 - Quantificação da previsão espacial / QD. SE – ano 2002	143
Quadro 38 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2002 com a matriz de transição 1997 – QD. SE	143
Quadro 39 - Quantificação da previsão espacial / QD. NW – ano 2007	144
Quadro 40 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2007 com a matriz de transição 1997 – QD. NW	144
Quadro 41 - Quantificação da previsão espacial / QD. NE – ao 2007	145

Quadro 42 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2007 com a matriz de transição 1997 – QD. NE	146
Quadro 43 - Quantificação da previsão espacial / QD. SW – ano 2007	146
Quadro 44 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2007 com a matriz de transição 1997 – QD. SW	146
Quadro 45 - Quantificação da previsão espacial / QD. SE – ano 2007	147
Quadro 46 - Matriz da diferença entre a matriz de previsão 2007 com a matriz de transição 1997 – QD. SE	147
Quadro 47 - Tendências de desenvolvimento urbano – vetor de crescimento ...	148
Quadro 48 - Transformação: resultados de Markov – estado de contribuição para o urbano	151
Quadro 49 - Ponderação dos fatores de indução atividade urbanas	173
Quadro 50 - Áreas totais relativas das classes – zoneamento ambiental referente fig. 25	174
Quadro 51 - Áreas totais e relativas das classes – zoneamento ambiental – QD. NW	175
Quadro 52 - Áreas totais relativas das classes - zoneamento ambiental – QD NE	176
Quadro 53 - Áreas totais relativas das classes – zoneamento ambiental – QD. SW	177
Quadro 54 - Áreas totais relativas das classes – zoneamento ambiental – QD.SE	178
Quadro 55 - Áreas totais: absolutas e relativas das classes de ocupação do solo por cobertura vegetal	181

LISTA DE SÍMBOLOS

- C_a** - Cana de Açúcar
- V_p** - Vegetação Paludosa
- V_a** - Vegetação Arbórea
- V_n** - Vegetação Nativa
- C_l** - Campo Limpo
- P** - Pasto
- A** - Água
- U** - Urbano

- M_e** - Matriz – Troca e Permanência
- M_t** - Matriz de Transição
- M_p** - Matriz de Previsão
- M_d** - Matriz da diferença

RESUMO

MORENO, J. (2000). *Análise da organização e dinâmica das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica: Piracicaba e seu entorno*. São Carlos, 2000. 233p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A degradação ambiental é um dos maiores problemas que se vive atualmente. Essa constatação se verifica principalmente nas regiões metropolitanas, bem como em regiões que se encontram em processo de metropolização. Este processo vem agravar a qualidade da vida regional e principalmente a intra-urbana. Portanto, implementar ações que possam levar em consideração as características ambientais dessas regiões, compreende estabelecer um diagnóstico ambiental amplo. Nesse sentido, a bacia hidrográfica passa a responder por essa amplitude, pois ela define o espaço geográfico de sustentação dos fluxos de um ecossistema complexo – **hierarquização do sistema**. Nesse contexto, torna-se relevante o enquadramento regional definido por esse espaço geográfico, como um instrumental de **gestão ambiental do território**, onde restrições e potencialidades definem tomadas de decisões e ações do planejamento. A presente tese adota essas considerações fazendo um recorte no universo da pesquisa, onde o Município de Piracicaba (parte), definido pelas coordenadas geográficas: UTM - 194 a 242 kmE / 7469 a 7508 kmN, é o objeto desta investigação. Adota-se ainda o uso dos instrumentais: **Sensoriamento Remoto; Sistema de Informações Geográficas – SIG** e modelagem matemática “**Cadeia de Markov**” como elementos de suporte no diagnóstico ambiental desse território. A integração desse método aponta resultados relevantes à tomada de decisões, demonstrando ainda a possibilidade de se obter respostas espaciais complexas com o emprego desses instrumentais, sem a necessidade de grandes investimentos.

Palavras chave: gestão ambiental, planejamento-globalização e produção do território.

ABSTRACT

MORENO, J. (2000). *Analysis of the organization and dynamics of the environmental and urban conditions face to a new economic order: Piracicaba – and its surroundings*. São Carlos, 2000. 233p. Thesis (Doctorate) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo.

The environmental degradation is one of the biggest problems nowadays. That verification is mainly observed in the metropolitan areas, as well as in areas under cosmopolitan process. This process comes to worsen the quality of the regional life and mainly the intra-urban one. Therefore, to implement actions that can conduct to consideration the environmental characteristics in those regions, means to establish a wide environmental diagnosis. In this sense the hydrographic basin starts to respond for that width, because it defines the geographical support space of the flows of a complex ecosystem – **hierarchization of the system**. In this context, it becomes important the regional boundary defined by that geographical space, as an instrumental of **environmental administration of the territory**, where restrictions and potentialities define decisions taking and actions of the planning. The present thesis adopts those considerations making a cutting in the universe of the research where the Municipal district of Piracicaba (part of it), defined by the geographical co-ordinates UTM – 194 to 242 kmE / 7469 to 7508 kmN, is the object of this investigation. It is still adopted the use of the following instrumental: **Remote Sensing; Geographical Information System – GIS** and mathematical modelling (“**Chain of Markov**”) as support elements in the environmental diagnosis of that territory. The integration of that method points out important results to the decisions taking still demonstrating the possibility of obtaining complex space answers with the use of those instrumental, without the need of great investment.

Words Key: Environmental administration; planning-globalization and production of the territory.

“Terra dos homens, espaço reduzido, tão cheio de fenômenos e contrastes, no qual o fulgor da inteligência da espécie dominante não conseguiu, todavia, dissipar as trevas da degradação, do medo, da destruição e da morte criminosa. A inteligência precisa reler constantemente o livro do Universo e repensar a si mesma adequando-se à realidade cósmica.” [grifos nossos]

José de A. A. Coimbra.

1. INTRODUÇÃO

“A definição e o amplo conjunto de diretrizes, visando a organização do território, em qualquer escalão, deve estar relacionado com o meio físico, a economia e a sociedade, caminhos estes que estão sendo estudados cada vez mais nos nossos dias.”

Lauro Bastos Birkholz

1.1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Vive-se momentos de grandes mudanças. O século XX, em sua última década, tem marcado claramente este quadro. Assiste-se uma crescente modernização e globalização, sendo tendência político-econômica mundial a formação de megablocos regionais.

O Mercosul faz parte desse contexto e suas conseqüências não são apenas promissoras, mas já estão produzindo resultados concretos e benefícios a todas as nações que dele estão participando. A prova disso é a sua recente ampliação com proposta a adoção de novos países ao pacto e os pedidos de outros para o futuro.

O Brasil, é claro, e especialmente os estados do Sudeste do país, notadamente por causa de uma realidade especialíssima de transporte que é a Hidrovia Tietê-Paraná fazendo conexão com a Bacia do Prata, está participando ativamente dessa nova realidade econômico-social. São Paulo, Paraná, Sta. Catarina e Rio Grande do Sul estão privilegiadamente localizados para realizar um bom desempenho com os países do citado bloco.

O Estado de São Paulo, pela sua dinâmica rede de transporte - que inclui a hidrovia -, pela sua produção econômica (agrícola, industrial e de serviços) e por suas universidades talvez esteja na melhor posição para desfrutar dessa interligação, retirando dela os benefícios econômicos capazes de colocá-lo nessa nova fase de desenvolvimento material e intelectual que não podemos ainda vislumbrar com minúcias. Porém, pode-se adiantar que o impacto do Mercosul na economia e nas relações sociais será de profundas interferências em determinadas regiões e sistemas urbanos.

A região de Piracicaba está diretamente inserida nesse contexto. Mas, a falta de planejamento urbano, as precárias condições de vida principalmente, a degradação ambiental e a desarticulação das medidas de solução do problema estão a exigir estudos e investimentos técnicos para o aproveitamento produtivo de todo o potencial industrial, agrícola e humano, que não é pequeno, na conjugação do Mercosul.

A falta de conhecimento local e regional para implementação de prognósticos nos campos econômico, social, físico-territorial e administrativo-legal poderá comprometer um futuro desenvolvimento harmônico e global, em detrimento de um processo produtivo estabelecido em consonância com a fruição social e equilíbrio ambiental, herança desnecessária às futuras gerações.

Sobre esse aspecto, convém aqui citar as palavras de BINSWANGER (1997), quando o autor refere-se ao conceito de desenvolvimento sustentável - apontando que esse é uma alternativa ao conceito de crescimento econômico.

“... está associado a crescimento material, quantitativo, da economia. Isso não quer dizer que, como resultado de um desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico deva ser totalmente abandonado. Admitindo-se, antes, que a natureza é a base necessária e indispensável da economia moderna, bem como das vidas das gerações presentes e futuras, desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e

reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente.” [grifos nossos]

Portanto, é necessário diagnosticar esses contextos, seus problemas e potencialidades, para prepará-los com suportes necessários à assimilação dessas novas funções.

1.2- O TEMA - SEU ANTECEDENTE

Em sua dissertação de mestrado, MORENO (1995) teve a oportunidade de abordar os efeitos dos impactos sócio-econômicos na região extrema do interior oeste de São Paulo.

Naquela ocasião, a atenção foi centrada sobretudo na questão referente à relação transformadora dos fatores econômicos junto às frações urbanas, demonstrando que eles alteram as realidades sociais, que por sua vez produzem modificações estruturais visíveis na trama urbana.

Em decorrência destas reflexões, afirmava MORENO (1995) quando conclama a preocupar-se sobre às perspectivas de impactos e seus desdobramentos devido a essa nova realidade - **mercosul** - a que chamou de “*elementos compreensíveis capazes de gerar possibilidades de ação da planificação e produção do espaço da cidade e do seu entorno*”:

“... Os planos que se fizerem necessários para o reordenamento territorial ou regional deverão forçosamente englobar as questões do econômico, do social e do físico-ambiental. Deverão certamente conter toda uma legislação urbana que dirigida aos usos e ocupação corretas do solo, (...) disciplina e orientação ordenada e dirigida da expansão do território urbano. (...) É evidente que o êxito do desenvolvimento geral da comunidade e do meio ambiente se encontram vitalmente ligados à flexibilidade e capacidade de uma reação da economia e do organismo social, das relações políticas e da sociedade civil, funcionando todos de

forma harmônica para a promoção de metas e objetivos comuns.” [grifos nossos]

Neste momento – tese de doutorado – um dos objetivos é o de realizar um aprofundamento maior na busca de respostas a uma questão que se julga fundamental para o urbanista e para o planejador contemporâneos: **a de que é possível se pensar num desenvolvimento urbano-regional em harmonia com o meio global – humano e geográfico – desde que sejam tomadas medidas amplas de interferência, propiciando sustentabilidade espacial**¹.

Isso somente ocorrerá, apontava MORENO (1995), se, conjuntamente, formos aprendendo a controlar as forças da ciência e da tecnologia modernas, proporcionando a possibilidade de satisfazer aspirações de desenvolvimento, ou de ter uma participação efetiva na gestão da interdependência global. Assim, os países que integram este bloco regional do cone sul, necessariamente deverão investir um certo esforço no sentido de absorver, adaptar e assimilar os novos avanços tecnológicos como parte das suas estratégias de desenvolvimento e de novas relações econômicas e sociais, coadunando-as com a possibilidade de satisfazer aspirações de sustentabilidade ambiental.

Resgatando essas aspirações, merecedor é fazer aqui uma citação: “o epílogo da Declaração de Cocoyoc²”, encontrada em SACHS (1993).

“Reconhecemos as ameaças tanto aos ‘limites internos’ das necessidades humanas básicas como aos ‘limites externos’ dos recursos físicos do

¹ Para o entendimento de **sustentabilidade espacial**, compartilha-se do que foi definido por CAVALCANTI (1996), como sendo: procedimentos que se guiem pelas regras firmes da natureza, com seus métodos inteligentes de auto-regulação contidos na noção de homeóstase dos ecossistemas e sua prudente geração de entropia – **forma de buscar a reprodutividade dos elementos do meio com um mínimo de perdas físicas**.

Entretanto, pode variar em função da ótica que se deseja imprimir à discussão e das áreas do conhecimento mais próximas de quem aborda o tema. No que tange ao **espaço territorial** é possível observar que a sustentabilidade ambiental passa a ser um atributo finito – relação escala de satisfação: **natureza versus necessidades humanas** – denotando portanto, a necessidade de correção das relações antrópicas de produção, decorrentes do uso e da ocupação do solo de forma incorreta.

² UNEP – United Nations Environment Program. *In defense of the Earth. The basic texts on environment*. Founex, Estocolmo, Cocoyoc, Nairóbi, 1981. p. 119.

planeta. Mas também acreditamos que um novo sentido de respeito aos direitos fundamentais do homem e à preservação do nosso planeta está-se desenvolvendo por trás das furiosas cisões e confrontos de nossos dias. Temos fé no futuro da humanidade neste planeta. Acreditamos na possibilidade de modos de vida e sistemas sociais mais justos, menos arrogantes em suas exigências materiais, mais respeitadores do ambiente planetário. O caminho à nossa frente não se assenta nem no desespero da simples contemplação da ruína nem no otimismo leviano de ajustes tecnológicos sucessivos. Baseia-se, sim, na delimitação cuidadosa e desapassionada dos 'limite externos', na busca conjunta de modos de satisfazer os 'limites internos' dos direitos humanos fundamentais, na construção de estruturas sociais que os expressem e no paciente trabalho de invenção de técnicas e estilos de desenvolvimento que enriqueçam e preservem nossa herança planetária."

Portanto, a hipótese desta tese - explicitada na metodologia - enuncia-se a partir dessas considerações e centra-se nestas indagações: verificar, de alguma forma, **a organização e a dinâmica das condições ambientais e urbanas da região**, sobretudo diante de novos componentes econômicos e sociais que já estão interferindo de forma sensitiva à sua configuração, com a implantação do Mercosul e da Hidrovia Tietê-Paraná.

Esta busca compreensiva da organização ou reorganização do território, formuladas com apoio nos métodos e técnicas apontados pela tese, deverão concorrer para uma elevação produtiva do território. Nesse sentido, há a percepção clara da contribuição no resgate da harmonia e da produtividade ambiental³, questionando assim os atuais padrões e conceitos de desenvolvimento.

³ "A desconsideração dos processos naturais na cidade é, sempre foi e sempre será tão custosa quanto perigosa ..." - segundo as afirmações de SPIRN (1995). Nesse sentido, **produtividade ambiental** assume a conotação de **reprodutividade equilibrada** - a natureza como instrumento de gestão; ou ainda - **ética ambiental da reprodutividade do solo**. Portanto, uma busca global equilibrada - **natureza e sociedade**.

1.3- CONTEXTO DA PESQUISA

Nos últimos tempos, a bacia do Piracicaba e a cidade do mesmo nome têm sido objeto de vários estudos (figura 01). Veja-se, por exemplo, “*Bacia do Piracicaba – metas ambientais e reenquadramentos dos corpos d’água*” – Secretaria do Meio Ambiente: São Paulo, 1994; o convênio DAEE/FAPESP de 1988 e a tese de Doutorado: “*Modelo de previsão de vazão em tempo real aplicado à Bacia do Rio Piracicaba*”, EESC-USP, 1989. No entanto, julga-se que há falta de estudos direcionados ao planejamento urbano e estudos das potencialidades e perspectivas ambientais dessa região.

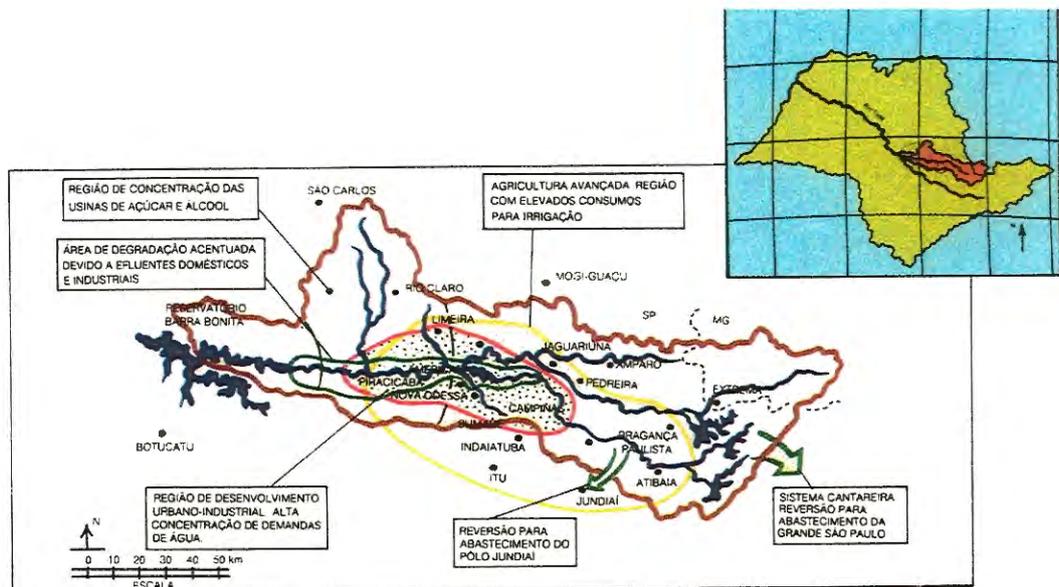


Figura 01 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA DO PIRACICABA

(fonte - Revista Águas e Energia Elétrica 1988:7)

Cabe aqui então precisar esses aspectos. HOGAN (1995) aponta com clareza a necessidade desse percurso, quando enfatiza: “é importante e merecedora de reflexão pelos ambientalistas contemporâneos” - e esclarece:

“O Estado de São Paulo encerra uma série de contradições sócio-ambientais, fruto do seu desenvolvimento desigual e das suas características ecológicas próprias, que desafiam os esforços de conciliar o progresso sócio-econômico com a preservação ambiental. Estes fatores agudizam, também, os impactos danosos para a mudança ambiental global e direcionam, socialmente, as suas conseqüências em populações humanas.”

O conceito de espaço em nosso desenvolvimento está, sem dúvida, gerando interesse crescente, mas também crescente confusão. Afinal, para onde vão as macrotendências: globalização, blocos, poder local? (DOWBOR, 1995).

→ Se o mundo está virando uma *aldeia global*, parece ser pertinente refletir sobre a tendência na estruturação - espaço-ambiental - de nossas cidades.

IANNI (1994) aponta essa marcha globalizante, quando afirma:

*“A sociedade global continua e continuará a ser um todo povoado de províncias e nações, povos e etnias, línguas e dialetos, seitas e religiões, comunidade e sociedade, culturas e civilizações. As diversidades que floresceram no âmbito da sociedade nacional, quando esta absorveu feudos, burgos, tribos, etnias, nacionalidades, línguas, culturas, tradições, sabedorias e imaginários podem tanto desaparecer como transformar-se e florescer, no âmbito da sociedade global. Os horizontes abertos pela **globalização** comportam a homogeneização e a diversificação, a integração e a contradição.*

*Desde que a sociedade global começa a ser uma realidade histórica, geográfica, econômica, política e cultural, modifica-se o contraponto, parte e todo, singular e universal. Também alteram-se as modalidades de **espaço** e de **tempo**, pluralizados pelo mundo afora.”* [grifos nossos]

GIDDENS (1991) chama a atenção à compreensão desse paradigma da modernidade, quando enfatiza:

“A modernidade é inerentemente globalizante – isto é evidente em algumas das mais básicas características das instituições modernas, incluindo em particular sua ação de desencaixe e reflexividade.(...) Na era moderna, o nível de distanciamento tempo-espaco é muito maior do que em qualquer período precedente, e as relações entre formas sociais e eventos locais e distantes se tornaram correspondentemente ‘alongados’. A globalização se refere essencialmente a este processo de alongamento, na medida em que as modalidades de conexão entre diferentes regiões ou contextos sociais se enredaram através da superfície da Terra como um todo.

A globalização pode assim ser definida como a intensificação das relações sociais em escala mundial, que ligam localidades distantes de tal maneira que acontecimentos locais são modelados por eventos ocorrendo a muitas milhas de distância e vice-versa. (...) Assim, quem quer que estude as cidades hoje em dia, em qualquer parte do mundo, está ciente de que o que ocorre numa vizinhança local tende a ser influenciado por fatores – tais como dinheiro e mercados de bens – operando a uma distância indefinida da vizinhança em questão.”

Se são esses os ditames e a intensidade das relações contemporâneas nos aspectos social, ambiental e urbano, quais serão os desencadeamentos **das questões ambientais** ante a este novo espaço tempo – o da globalização?

→ Serão: “fragmentação, extensão, segmentação, involução [do território]?” São essas algumas das indagações também presentes no discurso de MONTE-MÓR (1994), e continua:

“Existe um certo consenso se formando em cima da hipótese – ou já será considerada um fato? – de que a questão e a consciência ambiental e

*ecológica⁴ vem trazer transformações profundas na compreensão do processo de organização econômica e espacial da sociedade contemporânea. Entretanto, o impacto real dessa consciência crescente sobre o **ambiente construído**, em especial nas aglomerações metropolitanas, deixa ainda muito a desejar.” [grifos nossos]*

Comenta ainda o mesmo autor que as áreas urbanas têm sido vistas tradicionalmente como espaços mortos, do ponto de vista ecológico. Ainda que tomadas como focos principais da problemática ambiental contemporânea – seja pela lógica da produção industrial e suas mazelas ambientais, seja pelos padrões de consumo que atuam intensamente na destruição e desperdício dos recursos naturais e humanos – as metrópoles, as cidades e as áreas urbanas têm sido ainda pouco consideradas nos seus aspectos ambientais.

Diante desse contexto, há um desafio epistemológico novo – o desencadeamento das transformações urbanas-local e global-regional, face a uma nova ordem econômica: a integração do cone sul - **mercosul**.

1.3.1- O Mercosul e a Bacia do Piracicaba

Segundo as estimativas mais recentes das Nações Unidas, de 1980 até o ano 2000 o número de habitantes urbanos no hemisfério Sul do planeta terá dobrado de um para dois bilhões; uma segunda duplicação é provável nos 25 anos subsequentes. Assim, em menos de meio século, três bilhões de pessoas serão acrescentadas à população do hemisfério Sul.

⁴ Conforme notas do autor, esclarece: “Há um debate sobre limites e diferenças implícitas nos termos ecologia e meio ambiente. Este não é o espaço para tal discussão, mas cabe apenas afirmar que, aqui, a noção de meio ambiente tem abrangência comparável à noção de espaço social, incluindo necessariamente a sociedade, a economia, a política e a própria ecologia entre os aspectos que o conformam. De outra parte, a ecologia, tomada para além dos limites disciplinares, transcende os limites histórico-geográficos, imediatos, podendo corresponder-lhe então espacialidades e condições ambientais múltiplas (assim acontece com a economia, a política, etc.).”

Tal situação está a exigir providências não apenas localizadas e sim planejamentos globais, em função das características sobretudo econômicas mas também culturais, históricas e ambientais completamente diferentes das do hemisfério Norte.

Devido a isso, providências de cunho político, estratégico e humano têm sido tomadas visando enfrentar os desafios que a situação acima descrita proporciona.

A região de Piracicaba está diretamente inserida nesse território. O fato de sempre ser retomado o prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes até sua região, vem provar a importância que esta rodovia assume aos olhos das autoridades e dos macro planejadores. O projeto “Artemis” (CESP) busca possibilitar a integração intermodal (rodovia-hidrovia), articulando os rios Tietê e Piracicaba no complexo dos transportes e produção do complexo Mercosul (ver figura 02 - mais adiante).

No entanto, como demonstram alguns estudos, por exemplo: o de HOGAN (1996) que aborda o desenvolvimento sustentável na Bacia hidrográfica do rio Piracicaba, seus limites e possibilidades; apontam que as condições urbanas, regionais e, sobretudo, ambientais na extensão da Bacia encontram-se desaparelhadas diante da nova realidade que se implantará na calha de influência do sistema Tietê-Paraná, onde na sua cabeceira localiza-se a região em estudo.

Daí o interesse em estudar os impactos que se desencadearão a partir dessa nova realidade econômico-social. Isso objetiva, principalmente, criar mecanismos que possam instrumentar organizações: **Estado e Sociedade** à tomada de decisões relacionadas ao ordenamento e ao monitoramento do território.

Finalmente, sabendo que as medidas de proteção ao meio ambiente levam muito tempo para produzir resultados, é imperativo não adiar por mais tempo a

introdução dos cuidados de caráter ambiental em todos os processos de desenvolvimento, principalmente aos que concernem ao espaço físico-ambiental do habitar do ser humano e de seus companheiros milenares.

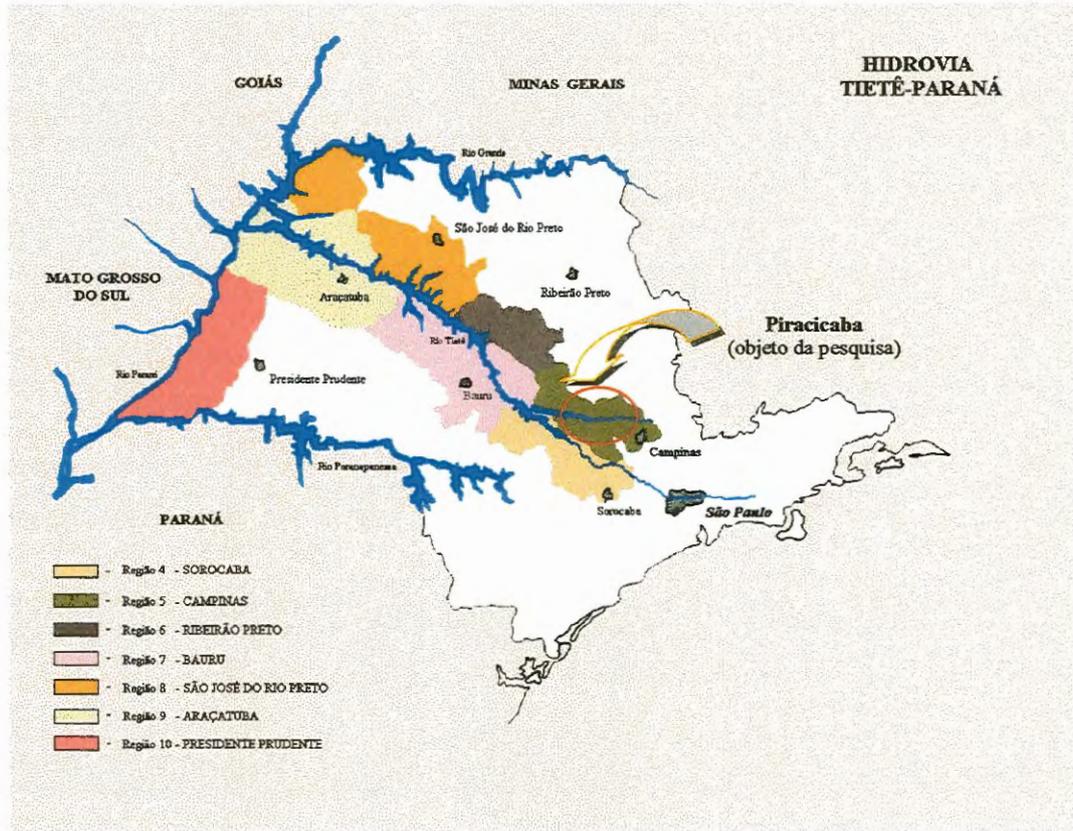


Figura 02 - EIXO DE ESTUDO: INFLUÊNCIAS - NOVOS CENÁRIOS
(fonte: CESP, MORENO, 1995:50)

Nesse sentido, acredita-se na relevância e no ineditismo deste trabalho. Busca-se analisar a dinâmica ambiental presente nesse território. Desta análise, resultará também, o apontamento da espacialização das tendências de crescimento pela ocupação urbana – vetor de desenvolvimento / “Cadeia de Markov”.

1.4- CONSTRUÇÃO DO OBJETO

1.4.1- A dimensão territorial e os entornos regionais

Desde fins do século XVIII, quando a freguesia de Piracicaba foi criada em 1774, a localização regional do município foi periférica.

Naquela época, Piracicaba apresentava um dos limites extremos do quadrilátero de açúcar, junto com Moji Mirim, Jundiá e Itu. Nas décadas de apogeu da implantação da ferrovia no território estadual (1870-1890), o mesmo caráter periférico de Piracicaba foi reforçado com o sistema ferroviário de ramais em vez de troncos, o que explicita e confirma esse cenário.

Nas décadas posteriores, essa característica periférica regional repetiu-se no processo de metropolização, quando as cidades interioranas definiram seus espaços de polarização no setor terciário, e a consolidação produtiva no secundário, seguido nos anos setenta quando foram definidas as regiões administrativas, por determinação regimental.

A região da bacia do Piracicaba constitui-se em uma densa rede urbana de intensa capacidade qualitativa e quantitativa (ver figura 03), dotada de um sistema industrial desenvolvido e agroindústrias estabelecidas preferencialmente para atividades altamente capitalizadas.

A degradação ambiental, constatada na bacia, decorre do próprio desenvolvimento econômico da região e do processo de urbanização a ele associado, num quadro marcado pela ausência do poder público no planejamento desses processos. As políticas persuasivas de caráter estadual, bem como as políticas atrativas municipais, desenvolveram-se de maneira autônoma visando a industrialização a qualquer custo.

Por outro lado, devido à alteração acelerada do meio ambiente e ao movimento político dos ambientalistas, implantaram-se de forma mais rigorosa políticas restritivas à localização industrial, tratamento de resíduos e assentamentos humanos que, entretanto, têm sido insuficientes frente ao quadro de problemas existente.

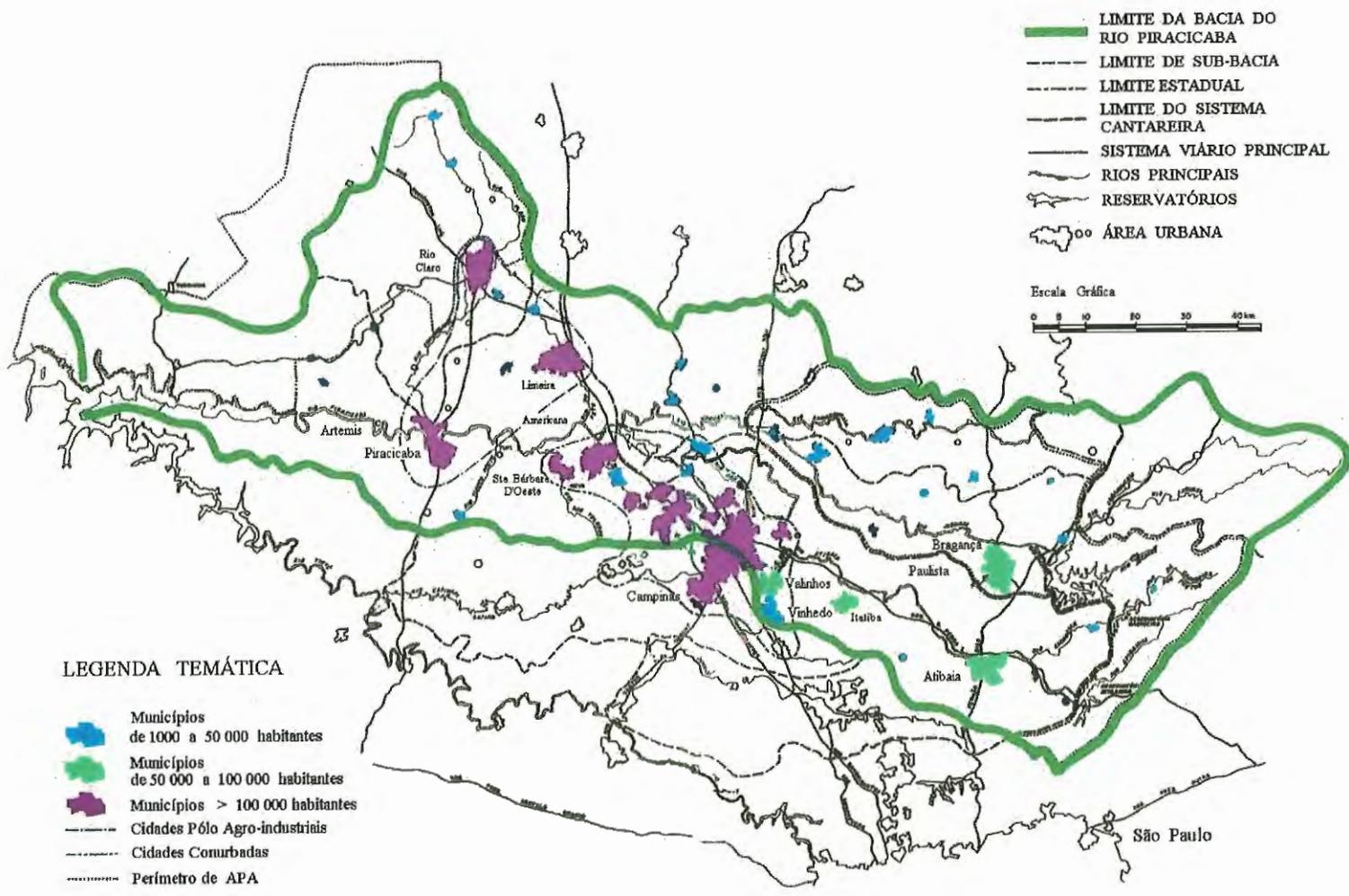


Figura 03 - A BACIA DO PIRACICABA E SUA REDE URBANA
(fonte - Secretaria do Meio Ambiente, 1994:17)

No entanto, para completar o quadro conjuntural dos representantes políticos e institucionais, é importante considerar as novas articulações regionais, municipais e da sociedade civil em geral, presentes na região através de uma atuação política que vem constituindo-se em novos agentes participantes desse processo de transformação. São eles: as formas organizadas de elaboração das normas de instalação e funcionamento dos setores produtivos industrial e agrícola e a organização do consórcio hídrico intermunicipal da bacia do Piracicaba, o qual busca gerenciar os vários problemas que afetam o meio ambiente da Bacia.

1.4.2- **Metropolização e urbanização acelerada**

Para se atingir os objetivos propostos, dever-se-ia eleger o estudo de alguns fatores. Porém, vai se restringir àqueles que parecem ser os mais importantes e produtivos às finalidades do trabalho. O primeiro deles é a questão da urbanização acelerada e da metropolização dessa região.

O crescimento rápido e desordenado das cidades dessa região, tal como aconteceu no restante de nosso país, desencadeou processos de ocupação inadequada à qualidade de vida urbana. Isso poderá ser observado nas figuras 04 e 05.

Esse fenômeno - concentração demográfica - desencadeou problemas de toda ordem para o meio físico, principalmente no que tange aos recursos hídricos – *um bem escasso nas grandes áreas urbanizadas do planeta* (BOLLING⁵, 1994 apud FERREIRA, 1996).

⁵ BOLLING, D. M. (1994). *How to save a river. A handbook for citizen action.* Washington, D.C., Island Press.

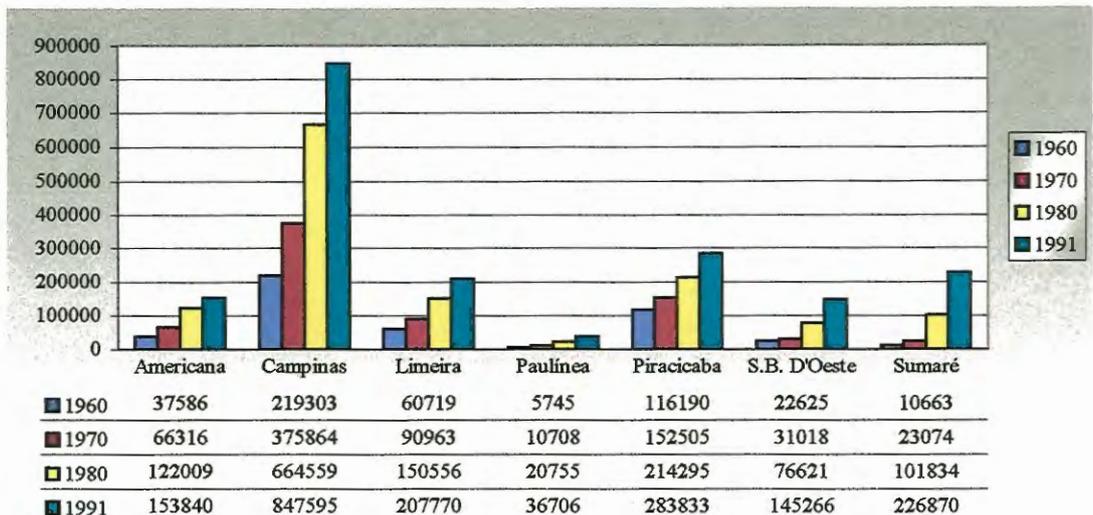


Figura 04 - CRESCIMENTO POPULACIONAL: ENTORNO REGIONAL
 (fonte: IBGE – Censos respectivos / Fundação SEADE – Censo preliminar de 1991)

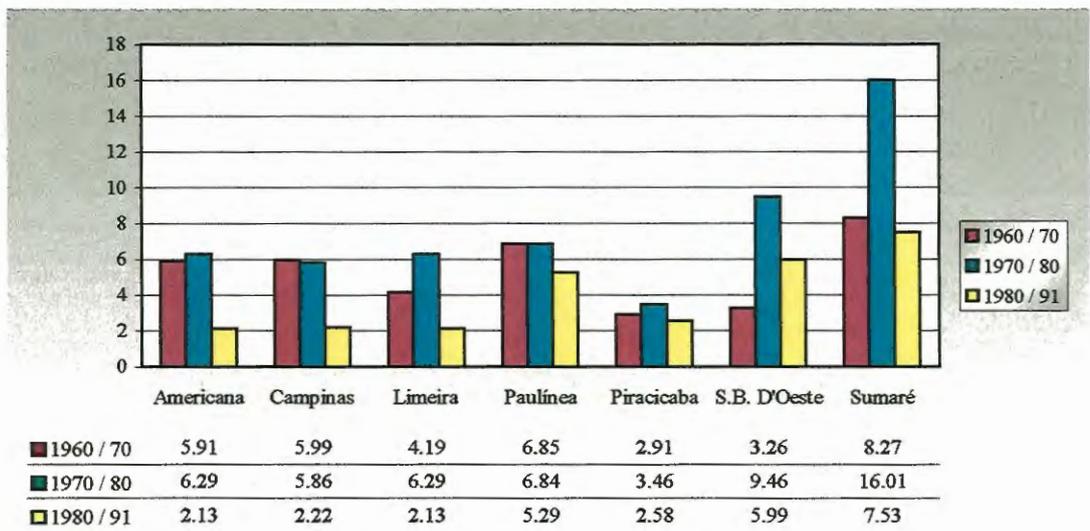


Figura 05 - CRESCIMENTO POPULACIONAL: TAXAS ANUAIS
 (fonte: IBGE – Censos respectivos / Fundação SEADE – Censo preliminar de 1991)

Tal como se pode observar, houve um crescimento desequilibrado da maioria das cidades da região, sobretudo a partir da década de 70, gerando situações de difícil controle.

Do mesmo modo que aconteceu com a Baixada Santista, o Vale do Paraíba e Sorocaba, a cidade de Campinas, tal como se pode verificar na figura 04, assumiu uma posição polarizadora dessa metropolização e urbanização aceleradas. (FERREIRA, L. da C. & VIOLA, E.,1996)

A cidade de Piracicaba, nesse contexto, representa um papel de inversão e paralelismo regional, já que ela própria começa a desencadear características urbanas de pólos regionais.

O segundo desses fatores é o conjunto de conseqüências ambientais que esta metropolização rápida e desarticulada produziu em Piracicaba e em toda extensão da Bacia.

Assim é que, nas periferias da área metropolitana emergente, a influência de um *interior* dominado pela agro-indústria contribui para um caráter específico da marcha de metropolização, no qual as cidades iniciam processo de favelização, verticalização, moradia precária com modos de vida vinculados unicamente ao mundo do trabalho.

1.5- APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho, que expõe o percurso realizado pela pesquisa, está dividido em cinco capítulos, os quais se complementam. Nesse sentido, busca-se levantar uma questão: **a saúde do ambiente e do território**, com vistas a equacionar soluções de “solidariedade para com as gerações futuras” (SACHS, 1993).

O primeiro capítulo, introdução, apresenta o universo da pesquisa e o enfoque metodológico do trabalho.

O segundo capítulo referencia a revisão da bibliografia que trata sobre a pertinência do tema, abordando uma discussão temporal e espacial realizada sobre o estado da arte desses campos de conhecimentos.

O terceiro capítulo enfatiza a estruturação da metodologia; desenvolve-se, de forma a possibilitar atingir os objetivos propostos. Assim, parte do enfoque dado pela tese teve sua concepção teórica.

Associou-se, também, o uso dos instrumentais: geoprocessamento, sensoriamento remoto e modelagem matemática, de modo a propiciar o alcance dos resultados e reformular conceitos de gestão: no âmbito **ambiental** e no âmbito **territorial**, percorrido pelo quarto capítulo.

O quinto capítulo busca, de forma sucinta, expor as conclusões. Aponta ainda o quadro contemporâneo vivido – **globalização: o consumo urbano**.

Finalmente, apresenta-se os anexos e a bibliografia apropriada pela tese.

1.6- OBJETIVOS

1.6.1- Geral

Este trabalho tem como objetivo criar mecanismos que possam instrumentar organizações: **Estado** e **Sociedade**, que atuem em campo concernente à **gestão ambiental** e **urbana**, como suporte técnico capaz de subsidiar tomada de decisão no que tange ao planejamento territorial.

1.6.2- Específicos

- a) Fornecer subsídios ao monitoramento, preservação e melhoria da qualidade ambiental – regional – de modo a reduzir os impactos ambientais e os efeitos antrópicos sobre o meio ambiente – gerar **sustentabilidade ambiental**;
- b) Avaliar uma metodologia: aplicação da “Cadeia de Markov” na modelagem e prospeção de crescimento urbano - cenário relativo em cenário espacial - na transformação desses dados pela linguagem de Sistema de Informação Geográfica – SIG.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“As cidades são como as pessoas: pertencem à espécie urbana, mas possuem personalidade própria. A resposta ao desafio urbano deve levar em consideração a singularidade das diversas configurações naturais, culturais, sociopolíticas, históricas e da tradição de cada cidade. Em vez de se buscarem soluções gerais e homogêneas, deve-se considerar a diversidade dos problemas como um valor cultural de fundamental importância.”

Ignacy Sachs.

2.1- FENÔMENO E PROCESSO: URBANIZAÇÃO - METROPOLIZAÇÃO

2.1.1- Urbanização: antecedentes históricos

A população da Terra vem apresentando um crescimento intensivo desde a Revolução Industrial na Inglaterra, França e Alemanha, nos séculos XVIII e XIX, passou a se concentrar, preponderantemente, em cidades. Os processos de urbanização são hoje universais e suscitam, na opinião da população e das autoridades políticas e científicas, grande preocupação (CAVALHEIRO, 1995).

SANTOS (1996), quando aponta a expansão e crescimento da população mundial, resgata a compreensão de um processo mais amplo do fenômeno da urbanização, afirmando: “a população mundial levou alguns milênios antes de encontrar, nestes dois últimos séculos, um processo de crescimento sustentado.(...) a época neolítica, quando houve a grande revolução que gerou o *homo sapiens*, até os inícios da cristandade, um período que se conta em milênios (três? cinco?), a população do Planeta dobra, passando de cem ou cento

e vinte milhões a duzentos e cinquenta milhões de habitantes. Para que a população dobrasse outra vez, foram necessários quase quinze séculos, entre a época romana e o reinado de Luís XIV, quando os efetivos humanos somavam quinhentos milhões, (...) e se admite que na virada do século a sociedade humana esteja formada por quase seis bilhões e quinhentos milhões de viventes.”

CARMO et all (1992) demonstram claramente esse quadro quando apontam que, “em 1800 aproximadamente 3% da população mundial vivia nas cidades. Já em 1950, 29% da população mundial concentravam-se nas áreas urbanas, que por essa época somavam 734 milhões de habitantes, e somente duas cidades – *Londres e Nova York* -, possuíam mais de 8 milhões de pessoas. Deste período até 1990 a população urbana mundial mais do que triplicou, chegando a 2.39 bilhões, representando 45% da população.”

Quadro 01

MUNDO E REGIÕES MAIS E MENOS DESENVOLVIDAS

Taxas Geométricas Anuais de Crescimento de População Urbana

1950 / 2000 (em porcentagens)

Período	Mundo	Regiões mais desenvolvidas	Regiões menos desenvolvidas
1950 - 1960	3,4	2,9	4,3
1960 - 1970	3,2	2,1	4,7
1970 - 1980	3,2	1,9	4,5
1980 -1990	3,1	1,7	4,2
1990 -2000	2,8	1,4	3,7
Média			
1950 - 1970	3,3	2,5	4,5
Média			
1950 - 2000	3,2	2,0	4,3

Fonte: ONU - “Urbanization in the Second United Nations Development Decade” - in: ZAHN (1983:34) (Dados Brutos)

Quadro 02

MUNDO E REGIÕES MAIS E MENOS DESENVOLVIDASCrescimento da População Urbana e total
1950 / 2000 (em porcentagem)

Período	Mundo		Regiões mais desenvolvidas		Regiões Menos desenvolvidas	
	Pop. urbana	Pop. total	Pop. urbana	Pop. total	Pop. urbana	Pop. total
1950/60	40	20	33	14	52	23
1960/70	37	22	23	12	58	27
1970/80	37	23	21	11	56	28
1980/90	36	22	18	10	51	26
1990/2000	32	19	15	9	44	23
1950/70	92	46	63	27	140	56
1970/90	86	50	42	23	136	62

Fonte: ONU - "Urbanization in the Second United Nations Development Decade" - In: ZAHN (1983:33) (Dados Brutos)

ZAHN (1983) resgata com propriedade essa compreensão, quando afirma: "este ritmo de crescimento da população – particularmente da urbana – confirma claramente o processo de urbanização acima delineado como um acontecimento bastante definido, enquanto tendência ao predomínio gradativo da população urbana sobre a rural.

Entretanto, há um aspecto bastante significativo, qual seja, o de que o ritmo de crescimento das cidades, ou da população urbana, não vem demonstrando declínio, à medida em que aumenta a urbanização.

Assim, as taxas geométricas de crescimento da população urbana, calculadas a partir das estimativas de estudo da ONU, mostram uma permanência, no mundo, em torno de 3% ao ano, desde 1950, até o final. Essa situação se torna mais significativa no caso da população urbana em regiões menos desenvolvidas, onde essa taxa se mantém, na média do período, acima de 4% ao ano, [conforme quadro 01]."

Pode-se então afirmar que a urbanização é uma forma intensa de modificações – alterações morfológicas profundas -, modificando cenários naturais e gerando revoluções: espacial e a estruturação da sociedade.

O século XX é, portanto, protagonista desse cenário explosivo, ou seja, de mudanças profundas.

2.1.2- Urbanização: o processo no Brasil

A urbanização no Brasil se dará de forma intensa e por meio de transferências de modos de produção – rural para o urbano – relação esta de *inchaço*⁶ dos espaços das cidades ou da metrópole em formação.

Porém, faz-se necessário um recorte histórico, para que se possa construir um entendimento do processo de **urbanização**, no qual se busca compartilhar algumas características já apontadas.

Este aspecto, é destacado por ZAHN (1983) quando aponta – “A transformação da organização social da humanidade, no sentido de substituir a estrutura predominante agrícola e rural e levar ao aparecimento de uma cultura urbana permanente e progressivamente crescente, tem início a partir da Idade Média.”

Embora possa historicamente haver lembranças da existência de aglomerações, estas não passaram de proto espaços, ou seja, não criavam condições de subsistência perenes.

Com as cruzadas, na Idade Média, haverá o incentivo ou o ressurgimento do comércio, o que originará novos mercados – conquista do território. Esse

⁶ Termo usado por Maria Adélia de Souza, quando enfoca a metropolização de cidades. Ver portanto: SOUZA, M. A. de (1988). *Governo urbano*. São Paulo, Nobel.

cenário possibilitará a fixação de “uma forma de civilização de tendências marcadamente urbanas e perenes.” (ZAHN, 1983)

Afirma ainda o mesmo autor – “... surgiram, em decorrência desse processo: feiras permanentes, localizadas nas posições mais favoráveis: cruzamentos de rotas comerciais, proximidades de portos marítimos, etc.”

Nesta nova configuração de produção, crescerá o êxodo rural. A isso, aliam-se as “precárias condições de vida no campo, surgindo núcleos populacionais independentes da tradição agrícola. É a origem das aglomerações urbanas. (...) A cidade passa a ter, assim, um caráter mais permanente como sede da atividade econômica, apresentando maiores possibilidades de desenvolvimento, contrastando com as cidades antigas, que raramente passaram além da condição de sedes administrativas e de fortificações.” (ZAHN, 1983)

Essa relação é evidenciada por FAISSOL (1994), quando afirma: “... a cidade é um foco de atração de habitantes de outras cidades menores e principalmente das áreas rurais, que vêm em busca de melhores oportunidades de emprego, de saúde e de escolas. ...”

Entre as conseqüências desse processo de urbanização no Brasil, pode-se ressaltar o desenvolvimento de extensas áreas, com grande concentração populacional. Tal dinâmica vai impulsionar o desenvolvimento do país, o que ocasionará o aparecimento de três regiões mais urbanizadas: ou seja, o centro dinâmico da nação, constituído pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Entretanto, essa urbanização não ocorre de forma homogênea, o que vem representar grande diversidade regional. Pode-se observar ritmos de crescimentos desiguais e intensos até 1980, o que ocasionou diferentes aspectos da urbanização. O quadro 03 a seguir demonstra claramente esse ritmo.

Quadro 03

POPULAÇÃO E NÚMERO DE CIDADES – ENTRE 1960 E 1980

Estrato de tamanho – em milhares de habitantes

Estrato de tamanho	1960		1970		1980	
	Nº de cidades	População	Nº de cidades	População	Nº de cidades	População
Total	2.763	28.839	3.952	47.294	3.991	80.455
Até 10.000	2.392	6.564	3.361	9.025	2.971	10.532
De 10 a 50.000	303	6.064	476	9.837	788	16.263
De 50 a 100.000	37	2.602	55	3.766	126	8.613
De 100 a 300.000	22	3.182	46	7.606	77	13.415
De 300 a 1.000.000	7	3.739	9	4.289	19	9.207
Mais de 1.000.000	2	6.388	5	12.771	10	23.982

Fonte: IBGE – Censos Demográficos respectivos – Tabulações Especiais, 1983 – In: FAISSOL (1994:151)

Esse quadro desencadeia transformações produtivas do território. NETO (1995) demonstra essa dinâmica regional brasileira, e afirma que a estrutura produtiva centra-se nas transformações agropecuárias do Sudeste, Sul e Centro Oeste, como expansão e consolidação dos complexos agro-industriais nas primeiras regiões, e a expansão da fronteira agrícola e a formação de complexos no Centro-Oeste.

“ O que resultou, portanto, foram modificações nas quais fora da região industrial e hegemônica do país, surgem e consolidam especializações regionais em áreas restritas do território brasileiro. A economia nacional constitui, no decorrer do processo de desconcentração, uma espécie de sistema planetário, no qual uma região central, onde se localizam as atividades mais relevantes e estratégicas na definição da dinâmica econômica nacional, possui no seu entorno pólos, eixos ou áreas econômicas especializadas, que têm suas órbitas ao redor da referida região, com maior ou menor nível de articulação.

É importante considerar, ainda, que, em algumas das sub-regiões onde mais recentemente vêm sendo consolidadas certas especializações, as

*articulações tendem a ocorrer mais fortemente com o comércio internacional. Isso ocorreu com a exploração mineral e com a produção metalúrgica, no Pará e Maranhão, e com segmentos industriais sulinos voltados para exportação. É provável que a articulação de muitos deles venha a ser mais **intensificada com a consolidação do Mercosul.***
[grifos nossos]

No que se refere à dimensão regional, os dados do produto interno fornecem uma visão a esse respeito. Vale o registro de que a desconcentração ocorre mais intensamente no produto industrial do que no produto interno, conforme quadro 04.

Quadro 04

PARTICIPAÇÃO NO TOTAL DO PAÍS DO PRODUTO TOTAL, DO PRODUTO INDUSTRIAL E DA POPULAÇÃO – SEGUNDO AS REGIÕES E ESTADOS
BRASIL / 1970-1991

Regiões e Estados	Produto Total (em %)		Produto Industrial (em %)		População (em %)	
	1970	1985	1970	1985	1970	1991
Norte	2.2	4.1	1.1	4.1	3.9	6.9
Nordeste	11.7	13.6	7.0	12.2	30.2	28.9
Pernambuco	2.9	2.5	2.1	2.0	5.5	4.8
Bahia	3.8	5.2	2.5	5.2	8.0	8.1
Sudeste	65.5	59.1	79.1	65.8	42.8	42.7
São Paulo	39.4	35.4	56.5	44.0	19.1	21.5
Rio de Janeiro	16.7	12.3	15.3	11.8	9.7	8.7
Minas Gerais	8.3	9.8	6.9	8.6	12.3	10.7
Sul	16.7	17.1	12.0	15.7	17.7	15.1
Paraná	5.4	6.1	3.0	5.2	7.4	5.7
Santa Catarina	2.7	3.2	2.7	3.6	3.1	3.1
Rio Grande do Sul	8.6	7.9	6.3	7.0	7.2	6.2
Centro Oeste	3.9	6.0	0.9	2.4	5.4	6.4

Fonte: Fundação IBGE, Anuário Estatístico – 1992; - In: NETO (1995:26)

Este é o cenário da urbanização brasileira, e fica evidenciado nesse processo quando atentar-se para o que descreveu FAISSOL (1994) – “... idéia de um Brasil grande (...) era de que o Brasil deixava de ser um País ‘ eminentemente agrário ’ (...) tornando-se uma das nações recentemente industrializadas.”

Entretanto, não se pode apenas visualizar essa dinâmica por esses aspectos. Faz-se necessário compreender outros, quais sejam, o **espacial** e o **social**, os quais vêm diferenciar os cenários de ocupações de nossas cidades.

Nessa ótica, FAISSOL (1994) esclarece: “... um processo de mudança social – traz, em seu bojo, mudanças profundas na organização do espaço, na estrutura da sociedade, nos hábitos e costumes das pessoas e em suas relações, e com isso na percepção de que as mesmas coisas e as próprias pessoas são, hoje, diferentes do que eram antes.”

2.1.3- Urbanização: industrialização - espacialidade territorial

No processo de urbanização, pode-se constatar a grande influência exercida pela Revolução Industrial na mudança de cenários: **espaciais** e **habitados** – imposta por mudanças tecnológicas de produção.

ZAHAN (1983) destaca com propriedade algumas características entre industrialização e urbanização, enunciando – “... a cidade representou a condição necessária para o aparecimento da era industrial, uma vez que somente no interior dos aglomerados urbanos se encontrava o elemento exigido para a indústria: mão-de-obra a preços favoráveis e com a diversificação necessária para atender à ampliação das possibilidades industriais.”

Afirma ainda o mesmo autor: “... a concentração das tradições culturais e do progresso tecnológico nas cidades influenciou positivamente na modificação dos hábitos dos habitantes urbanos, criando maior facilidade de aceitação a novas condições de trabalho, novos conceitos e novos métodos de produção e de vida.

O desenvolvimento urbano, na industrialização do século XIX desencadeia, assim, um processo até então inédito na História, que necessitou de

uma maturação de séculos e afirmou-se definitivamente através do surgimento de centros urbanos crescentes: é o processo de urbanização irreversível.”

Nesse sentido, comenta MONTE-MÓR (1994) ao citar Lefèbvre⁷, quando fala da idéia de urbanização extensiva:

“El tejido urbano prolifera, se extiende, consumiendo los residuos de la vida agraria. Por tejido urbano no se entiende, de manera estrecha, la parte construída de las ciudades, sino el conjunto de manifestaciones del predominio de la ciudad sobre el campo. Desde esta perspectiva, una residencia secundaria, una autopista, un supermercado en pleno campo forman parte del tejido urbano. Más o menos denso, más o menos compacto y activo, solamente escapan a su influencia las regiones estancadas o decadentes, limitadas a la ‘naturaleza’”

Isso posto, reforça MONTE-MÓR (1994) – “No tecido urbano extensivo, as questões se prendem à forma e processos de transformação do espaço natural e transformado em espaço construído.”

Faz parte do quadro geral do país esse processo que, aliado às características econômicas, cuja evolução, em alguns casos, é acelerada, modificando os velhos quadros do passado, busca o que se costuma chamar de **modernidade**.

A conquista territorial foi, portanto, estimulada pela expansão agrícola. Esse processo permitirá a invasão de áreas novas e áreas até então florestadas, bem como de áreas de cerrado, o que vem produzir transformações na organização espacial de áreas já ocupadas, com substituição de um tipo de cultivo por outro, assim como ocorrendo o aumento das áreas urbanizadas.

⁷ LEFÈVRE, H. (1972). *La revolución urbana*. Madrid, Alianza, p. 10.

Esta é a ótica de territorialidade – conquistas: “... são formas, (...) objetos e ações, sinônimo de espaço humano, espaço habitado” (SANTOS 1994). Cabe, portanto, precisar quais foram as questões ambientais desencadeadas por esse processo de ocupação territorial, que serão descritas posteriormente.

2.1.4- Metropolização: aspectos gerais – características

O crescimento da urbanização no Estado de São Paulo, em seus aspectos gerais, pode ser caracterizado por um crescimento expressivo a partir do final do Século XIX.

Nesse sentido, esclarece RIGHI (1983): “Até as primeiras décadas do século XX, a economia do Estado estava unicamente voltada para a atividade agrária, desempenhando a rede urbana um papel apenas complementar e de suporte às atividades rurais, particularmente durante a fase de desenvolvimento da cultura cafeeira.”

É com a crise cafeeira – anos trinta – que a cidade de São Paulo passa a ter um novo incremento, o da industrialização. Portanto, impõe-se uma inversão produtiva, agora o desenvolvimento é urbano e não mais rural, o qual levará São Paulo a um processo de construção metropolitana .

Esse cenário de mudanças é apresentando por RIGHI (1983), quando aponta – “... São Paulo era ainda predominantemente rural até 1940. Já em 1950 a população urbana passou a representar 52.59 % do total do Estado, traduzindo portanto, desta forma, o predomínio crescente, em termos tanto quantitativos quanto qualitativos, do urbano sobre o rural. Em 1970, esse percentual elevou-se consideravelmente , atingindo 80.36 % da população total do Estado.”

Esses aspectos da dimensão da urbanização brasileira podem ser melhor entendidos, quando atentar-se para os quadros: 05 e 06, os quais demonstram o

crescimento nos anos 1960-1970, das variáveis de crescimento populacional das áreas metropolitanas e do processo de urbanização dos municípios-sede.

Entretanto, esse quadro evolui, e o censo demográfico de 1991, demonstra que 75% da população já vive em áreas com intensa urbanização. Sendo que, dos 146,8 milhões de habitantes, 110,9 milhões estão ligados à vida urbana do país.

Desse total, pode-se encontrar dois terços vivendo em nove grandes regiões metropolitanas – São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém.

Quadro 05
CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO NAS ÁREAS METROPOLITANAS
ANOS DE 1960 E 1970
 Em milhares de habitantes

Área metropolitana	1960	1970	Taxa média de crescimento anual - % 1960 / 1970
Brasil			
São Paulo	4.791	8.206	5.5
Rio de Janeiro	4.862	6.968	3.7
Belo Horizonte	888	1.629	6.2
Porto Alegre	1.029	1.554	4.2
Recife	1.167	1.729	4.0
Curitiba	470	785	5.3
Salvador	734	1.170	4.8
Fortaleza	655	1.054	4.9
Belém	414	657	4.7
Outro países			
Nova Iorque	10.694	11.448	0.7
Londres	8.183	7.703	-0.5
Paris	7.369	8.197	1.1
Roma	2.188	2.707	2.2
Tóquio	9.684	11.454	1.7

Fonte: NAÇÕES UNIDAS, *Demographic Yearbook, New York*, ONU, 1971
 IBGE, *Sinópsse Preliminar do Censo Demográfico de 1970*. Rio de Janeiro
 IBGE, 1973
 BARAT, Josef. *Estrutura metropolitana e sistema de transportes: estudo do caso do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, IPEA / INPES, 1975, p. 9 (tabela 1.3)
 In: RONCA (1983:139)

Quadro 06

URBANIZAÇÃO BRASILEIRA: MUNICÍPIOS SEDE DAS REGIÕES METROPOLITANAS - 1980

Municípios - sede	População total	População urbana	Taxa de urbanização (2/1) %	População urbana total / População urbana brasileira
Belém	934.322	826.776	88.4	1.03
Fortaleza	1.308.919	1.308.919	100.0	1.63
Recife	1.204.738	1.184.215	98.3	1.47
Salvador	1.506.602	1.504.219	99.8	1.87
Belo Horizonte	1.781.924	1.776.146	99.6	2.21
Rio de Janeiro	5.093.232	5.093.232	100.0	6.33
São Paulo	8.493.598	8.337.649	98.1	10.36
Curitiba	1.025.979	1.025.979	100.9	1.27
Porto Alegre	1.125.901	1.115.291	99.0	1.39
Brasil	119.098.992	80.479.195	65.6	28.0

Fonte: Sinopse Preliminar do Censo Demográfico. IX Recenseamento Geral do Brasil, 1980. FIBGE., Rio de Janeiro, 1981; - In: SOUZA (1998:142)

Portanto, pode-se afirmar: é característico desse processo o grande fluxo de pessoas em direção a esses grandes centros urbanos.

Nesse sentido, esclarece RONCA (1983): “O crescimento dos movimentos migratórios inter-regionais, bem como a permanência de altos índices de crescimento vegetativo da população, aliados a intenso processo de industrialização criam condições, entre 1960 e 1970, para um forte desenvolvimento da urbanização, tanto em São Paulo, quanto no Rio de Janeiro. Deste modo, essas cidades, como inegáveis pólos nacionais, nesse período, vieram a se constituir nos núcleos urbanos centrais das ‘primeiras áreas brasileiras a apresentarem o fenômeno da Metropolização”

A morfologia inscrita nesse processo de desenvolvimento propiciará o crescimento da cidade para os municípios vizinhos – espaços dormitórios – que aos poucos irão se agregar à estrutura produtiva do processo em construção: **Metropolização** – sendo um centro forte na expansão da força de trabalho.

Comenta ainda RONCA (1983): “Surge, deste modo, em cada uma dessas áreas, a ‘conurbação’, a formação de um ‘continuum’ de áreas urbanizadas, extravasando os limites administrativos dos municípios que as compõem. (...) Tanto na Grande São Paulo, como no Grande Rio, pode-se observar o estabelecimento de um certo grau de hierarquia entre os núcleos urbanos dos municípios que, respectivamente, compõem as duas regiões metropolitanas. Essa hierarquia pode ser avaliada em termos de oferecimento de empregos, produção industrial, comércio, serviços e outros indicadores sócio-econômicos.”

A isso, agrega-se a definição de **área metropolitana e processo de metropolização**, encontrada em VILLAÇA (1998), quando afirma ser uma expressão que incorpora o fato de que, além de serem grandes cidades, são também núcleos que englobam vários municípios – “núcleos urbanos; e a importância social, econômica e cultural” que assumem esses espaços

Para explicitar melhor esse processo, pode-se compartilhar do que foi descrito por VILLAÇA (1998), de forma pictórica:

“A cidade se expandiu em todas essas direções, porém, seletivamente. A expansão além do Anhangabaú era do mesmo lado da maior barreira onde estava o centro da cidade . Apenas isso já tornava essa área mais vantajosa do que a do ‘ lado de lá’. Além disso, o Anhangabaú era uma barreira mais suave e, uma vez transposta, dava acesso a uma região de topografia levemente ondulada, de altitude crescente, de grande beleza natural e que conduzia ao espigão da região, onde mais tarde se alojaria a avenida Paulista. Por outro lado, a direção oposta tinha grandes desvantagens. Havia um rio maior, a ferrovia e uma ampla várzea inundável. Superados esses obstáculos, tinha-se acesso a uma região plana, sem qualquer atrativo natural. Na primeira região surgiram os loteamentos das camadas de mais alta renda. A Segunda região foi desprezada por essas camadas e deixada às classes populares. Uma parcela minoritária da classe média ocupou parte da região desvantajosa, fazendo surgir, na década de 1940, bairros como o Alto da

Moóca e o Tatuapé; a alta burguesia, todavia, restringiu-se à região vantajosa.(...) Durante várias décadas, a cidade de São Paulo organizou-se em apenas duas partes bastante separadas pela barreira córrego-ferrovia. Até atingir uma população de ordem de 2 milhões de habitantes, era possível dividir a cidade apenas em leste e oeste. Essa conformação inicial teve duradoura influência sobre a estrutura urbana: tanto sobre a distribuição territorial das classes sociais como sobre o desenvolvimento dos subcentros de comércio e serviços. ...”

Entretanto, resgatar reflexões também sobre os aspectos sociais, econômicos e do poder político que estão presentes, e sendo exercidos nesses espaços, como é conclamado por VILLAÇA (1998), possibilita o entendimento da estrutura espacial e a dinâmica sócio-espacial dos tecidos intra-urbanos. Entendimento este, que será repertoriado nas análises conclusivas.

Se esse é um recorte histórico do **fenômeno e processo: urbanização-metropolização**, vale lembrar, que há, em curso, um novo paradigma, qual seja, o da **globalização**. Esse cenário será tratado mais adiante.

Porém, compartilhar do que é dito por SANTOS (1996), permite o percurso desta investigação: o do **urbanismo**, e o **ambiental** – na busca de caminhos ...

“A história é sem-fim, está se refazendo. O que hoje aparece como resultado é também um processo; um resultado hoje é também um processo que amanhã vai tornar-se uma outra situação. O processo é permanente devir. Somente se pudéssemos parar a história é que teríamos um estado, uma situação permanente.”

Entretanto, porém, paradoxal, somente pode-se entender, como permanente, a **mudança**. Há nesse processo a inscrição de um sistema circular e infinito, a reprodução da vida.

2.2- A COMPLEXIDADE DO FENÔMENO: MEIO AMBIENTE E GLOBALIZAÇÃO

Para estabelecer um cenário compreensivo da complexidade desses fenômenos, faz-se necessário compartilhar do pensamento de SANTOS (1996), quando discorre sobre “teoria à prática”, propondo um modelo⁸ analítico na formulação de cenários espaciais de organização, que diz: “a) o conhecimento da situação presente, isto é, dos elementos que explicam a situação atual, nos seus aspectos genéticos e presentes. Isso nos dará igualmente o conhecimento dos processos subjacentes à realidade e deve, também, permitir reconhecer tendência; b) “fixação de metas, construídas sob a base de inter-relações prováveis.”

Neste aspecto seguirá o percurso da tese: “a peça essencial do estudo será a análise da situação atual em que não apenas sejam identificados os aspectos de estrutura mas também as tendências aparentes ou escondidas atrás do presente.” (SANTOS, 1996)

2.2.1- A questão ambiental: um percurso à modernidade

Na criação do céu e da terra e de tudo o que neles se contém, foi criado por Deus – diz a escritura sagrada:

“No princípio criou Deus os céus e a terra. E a terra era sem forma e vazia; e havia trevas sobre a face do abismo; e o espírito de Deus se movia sobre a face das águas. E disse Deus: Haja luz. E houve luz. E viu Deus que era boa a luz; e fez Deus separação entre a luz e as trevas. E Deus chamou à luz Dia; e às trevas chamou Noite. E foi a tarde e a manhã do dia primeiro.”⁹

⁸ A compreensão que se estabelece da palavra **modelo** no decurso desta tese, deve ser simplificado como sendo a **retratação da realidade existente** da área objeto da pesquisa, portanto, a representação do **tangível** – e um simbolismo: a **abstração sustentável** – cenário ambiental sustentável na indução de desenvolvimento regional.

⁹ Esta passagem está inserida no livro de GÊNESIS, Capítulo 1, versículos de 1 a 5 – Bíblia Sagrada. / O primeiro livro de Moisés /

ERICKSSON (1997) destaca essa dimensão da criação, quando diz ser a Terra a única, dentro do sistema solar, como hospedeira de vida e nicho para a cultura humana. Aponta ainda, que um lugar habitável como a Terra deve ser considerado valioso, e que a vida nela também tem um valor.

Entretanto, desde o aparecimento do homem na face da terra, ele tem provocado mudanças impostas pela própria necessidade de sobreviver e criar condições confortáveis para o seu habitar.

DREW (1994) afirma que, até o surto industrial e tecnológico do século XIX, a mutação do “habitat” era largamente produto ou subproduto das atividades agrícolas, de forma que a água, o solo e a vegetação eram afetadas de modo mais controlado. Para ele, na atualidade, o homem é uma espécie “imprevisível, no sentido de que o seu comportamento não constitui necessariamente uma reação ou uma adaptação ao meio que o cerca, tal qual ocorre com outros organismos.” Isto pode ser esquematizado conforme figura 06.

Esses aspectos são enfatizados por SANTOS (1996), quando cita Maximilien Sorre – geógrafo francês – falando da ubiqüidade do ser humano, como sendo um ser “capaz de habitar e explorar os mais recônditos lugares do Planeta.”

E acrescenta, ao falar desse dinamismo de transformação espacial – “O fenômeno humano é dinâmico e uma das formas de revelação desse dinamismo está, exatamente, na transformação qualitativa e quantitativa do espaço habitado.”

Fazendo-se um recorte mais preciso e histórico, pode-se perceber esse caráter presente em nossas terras, desde o descobrimento. Nesse sentido, esclarece MORAES (1994): “O Brasil teve por berço uma formação colonial, e isso significa que a motivação da conquista de espaços está na gênese do País. A

apropriação de novos lugares, com suas populações, riquezas e recursos naturais, era o móvel básico da colonização.”

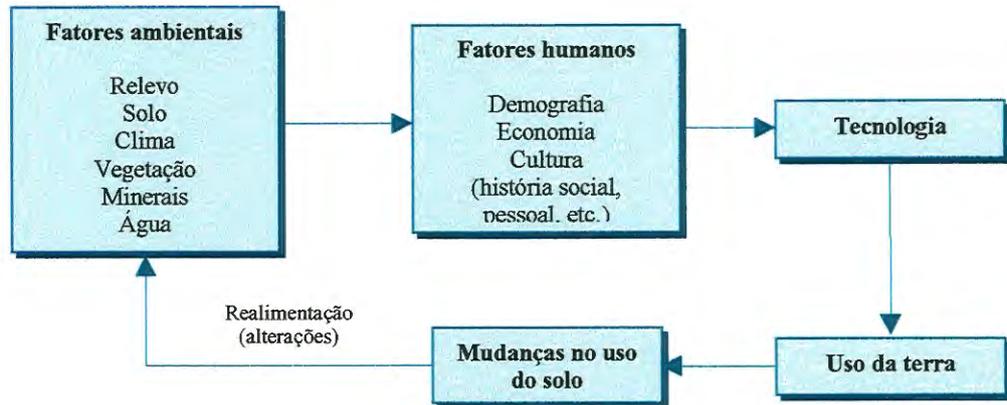


Figura 06 - COMO O HOMEM ENCARA E REAGE AO AMBIENTE NATURAL

(fonte: DREW, 1994:2)

O desbravamento de terras até então intocadas dar-se-á de forma mais intensa pós revolução de trinta. Esse quadro é colocado com clareza por ANDRADE (1998) quando referencia ser aquele um período marcante da política territorial brasileira.

“Em sua política territorial, Getúlio Vargas teve grande preocupação com a expansão do Brasil econômico na área do Brasil legal, levando a colonização para o Oeste. Nessa política de marcha para o Oeste, procurou criar núcleos coloniais onde fossem instalados colonos que desbravassem áreas virgens para o mercado nacional. (...) Passados os anos revolucionários (1930-46) e a realidade sentida durante a Segunda Guerra Mundial, quando a desorganização da navegação fluvial evidenciou o caráter de ‘arquipélago’ do país e os problemas daí decorrentes, o Brasil entrou para uma verdadeira política de modernização.”

Afirma, então, MORAES (1994): “a idéia-eixo que vai perpetuar ao longo de nossa história é a de *construir o País*. Tal idéia tem por pressuposto uma ação colonizadora, isto é, a ocupação dos fundos territoriais não explorados vai ser alçada à condição de projeto nacional básico.”

Entretanto, essa condição inverter-se-á nos períodos de governos militares, e a maior preocupação será agora com “as realizações materiais do que com as sociais, e por isso o sonho de um Brasil grande potência tornou-se, na realidade, Brasil pobre, endividado e com uma população miserável.” (ANDRADE, 1998)

Nesse processo de ocupação territorial, e de sistemas políticos, diz HOGAN (1995): “O Estado de São Paulo incerra uma série de contradições sócio-ambientais, fruto de seu desenvolvimento desigual e das suas características ecológicas próprias, que desafiam os esforços de conciliar o progresso sócio-econômico com a preservação ambiental. Esses fatores agudizam, também, os impactos danosos para a mudança ambiental global e direcionam, socialmente, as suas conseqüências em populações humanas.”

Nesse processo intenso de urbanização tardia, comenta DOWBOR (1995), “o Brasil vê explodir suas cidades, com imensas periferias caóticas e miseráveis, carentes de tudo. É inútil lembrar que uma cidade moderna como São Paulo tem 4 milhões de pessoas que vivem em condições subumanas, entre ruas, favelas e cortiços.”

Como lembra CAVALHEIRO (1995), quando enfatiza essa situação especificamente à Grande São Paulo – diz:

“... dos 8.763 km, mil quilômetros estão construídos (...) sua área urbanizada cresceu à razão de 3.500 ha/ano entre 1974 e 1987 e que, embora entre 1980 e 1987 tenha havido um decréscimo na taxa, ela ainda era alta, da ordem de 2 mil ha/ano. Se por um lado a tendência à urbanização apresenta um desafio para técnicos, administradores e

planejadores, a concentração humana e das atividades a ela relacionada provocam uma ruptura do funcionamento do ambiente natural.”

JACOBI (1996) enfatiza também essa tendência, e aponta: “As cidades do Terceiro Mundo representam um dramático exemplo de uma dinâmica de urbanização predatória que gera graves problemas ambientais, afetando de forma mais intensa os setores mais pobres da população.”

Assim, é explicado por FRANCO (1996) esse dinamismo – “... a racionalidade aparente deste tipo de aventura contemporânea limita-se aos aspectos quantitativos dos modelos econômicos que, sob um prisma reducionista, apenas contabilizam homens e recursos naturais como fatores de produção / consumo a serem explorados e espoliados. O reverso da medalha ou o *lado sombrio do crescimento* tem sido a perpetuação da desigualdade social, o sucateamento de massas humanas e a destruição dos fios da rede da vida.” [grifos nossos]

Essas desigualdades geradas – o lado *sombrio do crescimento* -, como é lembrado por FRANCO (1996), são características presentes no ambiente da sociedade urbana – **a degradação da vida**.

→ Esta é a configuração da modernidade: **degradação ambiental**. Cabe então uma citação indagativa que está presente nas considerações de FAISSOL (1994) ao fazer menção da Ex-Primeira-Ministra **Indira Gandhi**, da Índia, na Conferência de Estocolmo, 1972, apesar das diferenças territoriais do espaço mundo:

“Is environmental protection compatible with economic growth and if so, to what extent? Must there be a choice between environmental protection

and the satisfaction of human needs? How will the growing population affect these decisions?”¹⁰

2.2.2- A questão da globalização: um paradigma da modernidade

É colocada pela modernidade ou *alta modernidade*¹¹ uma nova ordem emergente e modificadora das relações que constituem e organizam o espaço ou o universo territorial – a sociedade global –, pode-se dizer o mundo está virando uma *aldeia global*¹².

No contexto contemporâneo mundial, descreve-se as mudanças profundas por que passa a urbanização brasileira. PANIZZI (1995) enfatiza a necessidade desta abordagem - *processo de globalização* – buscando análises associadas a esta nova dimensão que apontem os impactos à “reestruturação industrial no país, tanto [no âmbito] das estâncias econômicas e sociais como da própria configuração territorial.”

Apesar de metafórica – *cidade global*¹³ –, esta realidade é expressa por IANNI (1996) quando evidencia essa ruptura epistemológica da modernidade, a que cognomina de “*o encanto e o susto*”, e descreve – “ainda que a nação e o indivíduo continuem a ser muito reais, inquestionáveis e presentes todo o tempo, em todo lugar, povoando reflexão e a imaginação, ainda assim já não são ‘hegemônicos’. Foram subsumidos, real ou formalmente, pela sociedade global, pelas configurações e movimentos da globalização. A Terra mundializou-se, de

¹⁰ Em: *Protecting World Resources: is time running out?* Editores do “the Foreign Policy Association”. Publicado em *Global Resources: Challenges of Interdependence*. p. 67-68. In: FAISSOL, S. (1994). *O espaço, território, sociedade e desenvolvimento brasileiro*. Rio de Janeiro, IBGE. p. 119.

¹¹ Termo que é usado por Anthony Giddens para expressar a passagem de uma cultura social moderna – emergência – que define melhor a sociedade deste século XX, quando afirma que ainda não estamos vivendo uma pós-modernidade.

¹² Expressão usada por Octávio Ianni, quando discorre sobre o sistema social mundial – “A noção de aldeia global é bem uma expressão da globalidade das idéias, padrões e valores sócio-culturais, imaginários. Pode ser vista como uma teoria da cultura mundial, entendida como cultura de massa, mercado de bens culturais, universo de signos e símbolos, linguagens e significados que povoam o modo pelo qual uns e outros situam-se no mundo, ou pensam, imaginam, sentem e agem.” – IANNI (1996). *Teorias da globalização*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira. p. 92-93.

¹³ SASSEM, Saskia (1991). *The global city*. Princeton HI, Princeton University Press.

tal maneira que o globo deixou de ser uma figura astronômica para adquirir mais plenamente sua significação histórica.”

Portanto, compartilhar do que diz GIDDENS (1991), poderá ser um momento esclarecedor deste universo uno em que se vive neste final de século XX, quando esclarece:

“Os modos de vida produzidos pela modernidade nos desvencilharam de todos os tipos tradicionais de ordem social, de uma maneira que não tem precedentes. Tanto em sua extencionalidade quanto em sua intencionalidade, as transformações envolvidas na modernidade são mais profundas que a maioria dos tipos de mudança característicos dos períodos precedentes.”

Esse resgate histórico de mudanças *profundas*, a que se referiu Giddens, no processo de produção da civilização capitalista, é melhor compreendido quando atentar-se para o que foi dito por IANNI (1996), ao citar Jean Chesnaux:

“No final de contas, pois, é a sua globalidade simultaneamente estrutural e planetária que define a modernidade no fim do século XX como um momento singular ... Esta, portanto, é a mutação fundamental realizada pela modernidade: como a mundialização da economia, o tecnocosmo, a internacionalização da vida social, cria-se um sistema global sem equivalente na história da humanidade ... Momento histórico singular: a modernidade-mundo impôs também a sua singularidade à reflexão histórica e ao saber histórico.”¹⁴

Entender, então, a formação territorial no tempo e espaço, com base nas relações - sociais e econômicas - é verificar como a história ou cada momento histórico varia o arranjo desses atores sobre o território.

¹⁴ CHESNAUX, J. (1989). *Modernité-Monde*. Paris, Éditions Le Découverte. p. 196-199.

SANTOS (1996) coloca, em tese, esse entendimento, quando diz – “A dinâmica social é dada pelo conjunto de variáveis econômicas, culturais, políticas etc., que a cada momento histórico dão uma significação e um valor específicos ao meio [ambiente] criado pelo homem, isto é, à configuração territorial.”

Portanto, essa manifestação espacial concreta, e do fenômeno que está posto de forma clara no mundo moderno – **globalização** – será o percurso das análises conclusivas desta tese, com relação à região objeto do estudo.

Para que se possa vislumbrar essas análises, pode-se compartilhar do que afirma CARLOS (1994):

“... o espaço se reproduz a partir do processo de constituição da sociedade urbana apoiado no aprofundamento da divisão espacial do trabalho, na ampliação do mercado mundial, na eliminação das fronteiras entre os Estados, e na generalização do mundo mercadoria. Este processo produz profundas mudanças espaciais, criando uma nova identidade que escapa ao nacional, apontando para o mundial como tendência. Isto é, o processo não diz mais respeito a um lugar ou a uma nação somente, estas explodem em realidades supranacionais, apoiadas nos grandes desenvolvimentos científicos, basicamente o desenvolvimento e transmissão da informação.”

Nesse sentido, acredita-se que possa haver um novo momento se conformando na estrutura das cidades – **a hierarquia do lugar** – o caráter da globalidade, configurando assim como elemento fundamental da nova realidade que se desponta em seus aspectos sociais e espaciais, modificando o território.

Convém ainda citar as palavras de SANTOS (1994), quando o autor se refere à noção de retorno do território, e uma noção jurídico-política do território, a que chamou de “metáfora do retorno”:

“... caminhamos, ao longo dos séculos, da antiga comunhão individual dos lugares com o Universo à comunhão hoje global: a interdependência universal dos lugares é a nova realidade do território. Nesse longo caminho, o Estado-Nação foi um marco, um divisor de águas, (...) desde o Estado Moderno e o Século das Luzes à era da valorização dos recursos chamados naturais.

Hoje, a natureza é histórica ... inclusive o chamado ‘meio ambiente’. Seu valor ‘local’ é relativo, ou, em todo caso, relativizado.

... O Território era a base, o fundamento do Estado-Nação¹⁵ que, ao mesmo tempo, o moldava. Hoje, quando vivemos uma dialética do mundo concreto, evoluímos da noção, tornada antiga, de Estado Territorial para a noção pós-moderna de transnacionalização do território.

Mas, assim como antes tudo não era, digamos assim, território ‘estatizado’, hoje tudo não é estritamente ‘transnacionalizado’. Mesmo nos lugares onde os vetores da mundialização são mais operantes e eficazes, o território habitado cria novas sinergias e acaba por impor, ao mundo, uma revanche. Seu papel ativo faz-nos pensar no início da História, ainda que nada seja como antes.”

O território, hoje, pode ser formado de lugares contíguos e de lugares em rede. (...) o território é humano, podendo, desse modo, comportar uma dialética.”

2.3- A GESTÃO AMBIENTAL E URBANA: UM EXAME CONTEMPORÂNEO – NOVO PARADIGMA

Vive-se uma espacialização e assentamentos do habitar do Homem em um único espaço chamado de Terra. Portanto, espaço valioso para o

¹⁵ A historiografia revela que: a Cidade Grega: Poli – era um todo - única. A Cidade-Estado que dominava um território mais ou menos grande, do qual retirava seus meios de vida. (Ver BENÉVOLO, 1993, História da Cidade). “As nações-estado costumavam ser uma forma auto-suficiente de organização política para a solução de problemas do meio ambiente, mas hoje já não é mais este o caso. Embora antigamente cada geração de seres humanos pudesse se dar ao luxo de satisfazer suas necessidades sem se preocupar com as gerações futuras, hoje também já não pode mais.” (MAY & MOTTA, 1994: 103-104)

desenvolvimento da vida. Como promover o desenvolvimento desse ecossistema, ou a busca dessa espacialidade equilibrada? Então o ponto de partida que se adota será um exame dessa racionalidade – a **gestão ambiental e urbana** – como elemento fundamental para essa compreensão.

É colocado por BRESSAN (1996), como mecanismos de análise – “*a realidade como um todo estruturado*”. Portanto, as **reservas naturais**, passam a ser instrumentos de gestão ambiental, e explicita: “... assim, é possível identificar os princípios metodológicos que expressam a visão conservacionista, quais sejam, o tratamento parcial do espaço e a opção por reservas de uma natureza ‘**original**’, muitas vezes mítica. Com isso, espera-se evitar a ação predatória do ‘**homem**’ ou da ‘**civilização industrial**’ sobre o ambiente. ...” [grifos nossos]

Nesse sentido, resgatam-se as possibilidades de controle do meio natural, ou seja, “como base física (natural, territorial etc.) e como realidade social” (BRESSAN, 1996).

Entretanto, gestar o espaço em sua dimensão social parece ser de extrema complexidade. GOTTDIENER (1993) aponta essas limitações, e ressalta que deve ser um raciocínio crítico, como um caminho para conhecermos a sociedade.

*“A verdade essencial da perspectiva crítica diz respeito a sua insistência em que as formas do espaço de assentamento são produzidas pelas formas sócio-estruturais dominantes que controlam a sociedade. Entre, outras coisas, esse **insight** cumpre a promessa inicial da ciência urbana, isto é, revelar os segredos da organização social pelo estudo de suas formas materiais.”* [grifo nosso]

GEIGER (1995) aponta essa tendência - processo social – como um novo contexto contemporâneo, desencadeando uma nova formação espacial no processo de urbanização.

“... no mundo e no Brasil, expressam a combinação de movimentos sociais de longa duração e movimentos sociais mais recentes. Desta combinação podem resultar somatórios de forças, ou tensões. ...”

Essa tendência de *forças e tensões* é referida, por esse autor, como sendo “a fantástica revolução tecnológica associada à informatização, e que oferece o suporte técnico da chamada *globalização*, combinada com a longa elaboração da chamada *civilização ocidental*.”

A espacialidade que marca uma desconcentração industrial tem sua referência na década de 80 (oitenta). GEIGER (1995) cita os estudos de Fany R. Davidovich¹⁶, do IBGE, no qual ela denomina como sendo “contextos regionais da urbanização”, nova forma de se identificar a estrutura urbana no Brasil sem abandonar as anteriores. Neles, ela reconhece o **Mercosul**, como uma dessas dinâmicas.

GOTTDIENER (1993), ao discorrer sobre a reestruturação do espaço de assentamento - Estados Unidos -, já apontava esse efeito da desconcentração a partir da década de 60 (sessenta), ao citar Scott Greer - “crescimento na escala da sociedade”, o qual produziu permanência diferenciada do território, um interior suburbanizado em expansão, bem como delimitação clara da área central da cidade – a metrópole.

Na verdade, são reflexões correlacionadas aos efeitos de mudanças tecnológicas e de produção sobre a sociedade, gerando um “progressivo aumento na complexidade da organização social horizontal e vertical que ela provoca – **aglomeração e descentralização** – a escala do desenvolvimento urbano e regional.” GOTTDIENER (1993).

¹⁶ DAVIDOVICH, F. R. (1992). *Contextos regionais*. Comunicação no simpósio promovido pela Comissão de Geografia do IPGH, no Rio de Janeiro, Out. de 1992. Ver também sobre este assunto: GEIGER, P. P. & DAVIDOVICH, F. R. (1986). *The spatial strategies of the state in the political-economic development of Brazil*. Production, Work, Territory. Edited by Allen J. Scott and Michael Storper, Allen & Unwin.

Essa complexidade analítica - **gestão ambiental e urbana** – é particularmente aguda nas cidades em desenvolvimento. Nesse aspecto, vê-se o surgimento de aglomerados urbanos (bairros), sem que haja um amplo planejamento de crescimento e desenvolvimento espaço-ambiental.

SPIRN (1995) aponta esse processo com clareza: “... o custo pela desatenção à natureza se estende também à qualidade de vida. As áreas mais novas das cidades – através de continentes, climas e culturas – estão por toda parte adquirindo a mesma tediosa aparência. A potencialidade que tem o ambiente natural de contribuir para uma forma urbana mais diferenciada, memorável e simbólica é desconsiderada e desperdiçada.” E acrescenta:

“Mais afortunadas são aquelas poucas cidades que se adaptaram engenhosamente à natureza: Stuttgart, na Alemanha, que empregou seus espaços livres na canalização do ar fresco e limpo para o centro congestionado; Woodlands, no Texas, uma cidade nova, cujos espaços livres, públicos e privados, funcionam como um efetivo sistema de drenagem de águas pluviais, absorvendo as águas das cheias e prevenindo enchentes mais abaixo; Boston, onde as várzeas a montante da cidade foram compradas para o armazenamento das águas das cheias e uma fração do custo de uma nova barragem; Zurique e Frankfurt, que administram suas florestas urbanas para a produção de madeira, bem como para a recreação; Filadélfia, que transformou o resíduo sólido do esgoto numa ampla gama de produtos úteis. Cada uma dessas cidades tratou de uma maneira abrangente pelo menos um de seus problemas urbanos.”

Nessas considerações parece haver uma primazia do público sobre o privado. Então, as condições de organização espacial passam a ser entendidas como **um bem comum**.

A agenda 21 – “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, ocorrida no Rio de Janeiro, aponta que, para a promoção do

desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos, no que tange ao uso da terra - **bem comum** - o objetivo será:

*“... atender às necessidades de terra para o desenvolvimento dos assentamentos humanos mediante um **planejamento físico** e um uso da terra ambientalmente saudáveis, de modo que todas as famílias tenham garantido o acesso à terra e, quando apropriado, estimular a propriedade e o manejo comunais e coletivos da terra¹⁷. ...”* [grifo nosso]

O debate sobre as questões ambientais e urbanas floresce, sendo contemporâneo esse nível de reflexão. Entretanto, dever-se-á empregar esforços que levem o resgate desse discurso posto, o que poderá redundar num planejamento eficaz do território.

HOGAN (1996) enfatiza essas considerações, e propõe que “... esses processos sejam melhor estudados no âmbito de ecossistemas específicos em que os processos envolvidos possam ser diretamente observados.”

A área em estudo é a bacia do Piracicaba, com o recorte específico à cidade de Piracicaba. Essa região apresenta processos – industrialização e urbanização – que têm sido intensos, resultando em uma extensa e complexa rede urbana.

Resgatada essa percepção, convém ainda citar as considerações de HOGAN (1996), quando esclarece:

“Hoje, quando preocupações ambientais recebem uma atenção cada vez maior, ninguém sugere que esse desenvolvimento seja freado. Quando muito, esforços são dirigidos à elaboração de modelos de crescimento compatível com limites ambientais.(...) Para avançar a nossa capacidade

¹⁷ Registra a Agenda: “Para isso necessita-se de políticas integradas de manejo do recursos terrestres, também examinadas no capítulo 10 da [referida agenda] – (‘Abordagem integrada do planejamento e do manejo dos recursos terrestres’).”

de compreender esta relações e de planejar para o desenvolvimento sustentável, são necessárias análises tanto comparativas quanto aquelas específicas a ecossistemas locais “.

2.3.1- O arcabouço – sustentabilidade: ambiente e território

Com a descoberta de novos territórios a partir do século XVII – período histórico de um mundo moderno – assiste-se o surgimento de uma sociedade urbano-industrial. Esse período é marcado por uma mecanização da produção – máquinas – gerando desta feita um crescimento ilimitado da produção.

Por trás desse desenvolvimento, encontra-se um fator ambiental envolvido de uma realidade da escassez dos recursos naturais. “As áreas urbano-industriais representam a mais profunda modificação humana da superfície da Terra, da atmosfera e do ecossistema terrestre” (DREW, 1994).

SPIRN (1995) evidencia com propriedade o quadro acima - “... imperceptível, mas sempre presente, é o espectro de mudança irreversível que pode, no final, não apenas degradar a qualidade de vida, mas também ameaçar a vida humana ...” - quando relata:

“A cidade moderna é uma máquina infernal que consome e desperdiça enormes quantidades de energia e matéria-prima, produz montanhas de lixo, expele e derrama venenos. Esta máquina evolui constantemente, enquanto um exército de instituições e incontáveis indivíduos monta e desmonta a máquina, forja ligações e as quebra, resolve problemas individuais e gera uma multidão de novos problemas. O ar, o solo, a água e os organismos vivos da cidade absorvem essa atividade caótica com uma manifestação de perturbação na estrutura, na população e no fluxo dos recursos e energia.”

“Até os séculos XVII e XVIII, a maioria das cidades estavam intimamente ligadas ao campo, e a cidade e seu entorno eram, por essa razão, mais fácil e informalmente manejados como um sistema” - ver figura 07 - (SPIRN, 1995).

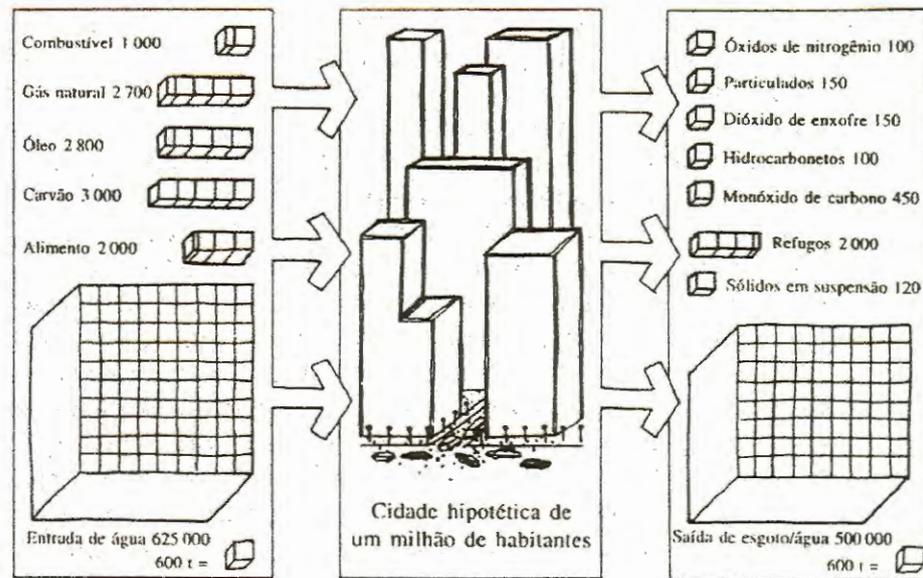


Figura 07 - IMPORTAÇÃO E CONSUMO DE RECURSOS
(fonte: SPIRN, 1995: 257)

DREW (1994) aponta que a estabilidade dos ambientes naturais - (ver figura 08) - está intimamente ligada ao conhecimento perceptivo que se possa ter dos esforços ou tensões aplicados a estes sistemas pelo ser humano, e, do grau de suscetibilidade à mudança do próprio sistema.

“Todos os sistemas naturais possuem um elo fraco na cadeia de causa e efeito: um ponto em que o mínimo acréscimo de tensão (ímpeto de mudar) traz consigo alterações no conjunto do sistema (...) Tudo está na dependência da intensidade do impacto provocado pelo homem nos

aspectos do meio físico, desde o relativamente superficial, no caso do relevo, até o profundo, no caso de conjuntos de formas de vida. Os solos, que são em parte bióticos e em parte abióticos (inorgânicos), têm sofrido um grau intermediário de mudança.”

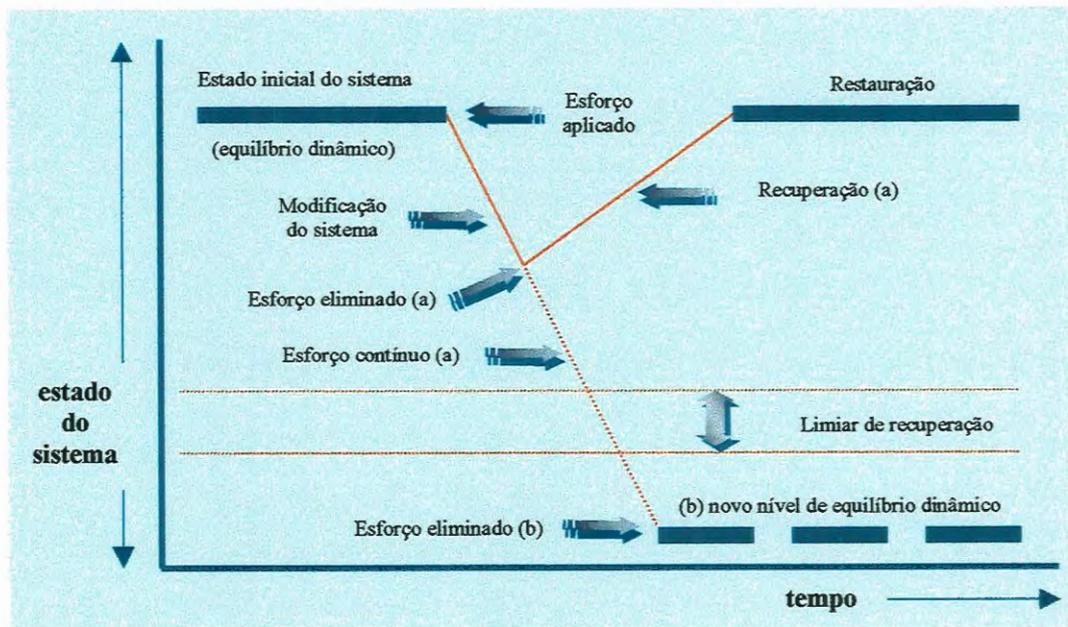


Figura 08 - REAÇÃO DE UM SISTEMA AMBIENTAL PERANTE UM ESFORÇO OU TENSÃO
(fonte: adaptado - DREW, 1994:30)

Esclarece ainda esse autor que – (a) “com a cessação do esforço antes do nível do limiar há condições para sua recuperação; (b) com a continuação do esforço, até que o sistema ultrapasse o nível do limiar, não há mais condições para se voltar ao estado original. Quando há a eliminação do esforço, a estabilização ocorre em um novo nível de equilíbrio.”

Esse arcabouço aponta à contemporaneidade, um quadro de mudanças ambientais e territoriais sem precedentes históricos. Desafios ou

insustentabilidades? Melhor é aceitar esse quadro como: **epistemologia da modernidade** – a busca da sustentabilidade – um dos principais paradigmas deste final de século XX.

Resgatando essas considerações, é apontado por ERIKSSON (1997): “para funcionar de maneira sustentável, a sociedade global terá que: a) abandonar a utilização de fluxos materiais lineares e depender quase completamente de fluxos de recursos renováveis para o grosso de seus fluxos de matéria; b) encaminhar para uma situação de recursos mais equitativa, tanto por razões éticas como por razões de estabilidade social.”

CAVALCANTI (1996) faz referência à essas considerações, apontando que o caminho para o desenvolvimento sustentável do meio ambiente - “diz respeito no seu significado mais consistente” - a procedimentos que se guiam pelas regras firmes da natureza, com seus métodos inteligentes de auto-regulação contidos na noção de homeóstase dos ecossistemas e **sua prudente geração de entropia**.

2.3.2- A metanóia: política e zoneamento ambiental

Talvez possa parecer ambígua a chamada que se dá para este percurso. Entretanto, respaldado nas considerações de FERREIRA (1986), o que se pretende é a busca fundamental do contexto da política ambiental na compreensão do pensamento ou das **transformações** implícitas no contexto de zoneamento ambiental.

Estamos há menos de trinta anos do grande marco divisor das discussões que envolveram as questões de proteção ambiental. FERREIRA (1992) aponta que, “até o final da década de sessenta não havia formulação explícita de qualquer responsabilidade pública do Estado sobre a qualidade ambiental.”

Aponta ainda ao fazer referência a LESTER¹⁸ (1989), esse quadro até os anos 70, quando referencia ser os Estados Unidos a entrarem nesta década como Nação responsável pela formulação e implementação de políticas ambientais, e aponta este debate até a década de 70:

“O principal debate sobre este período ficava em torno do papel adequado de cientistas políticos e sociólogos engajados no estudo de problemas ambientais. Ou seja, de acordo com esta linha de argumento, os cientistas sociais deveriam estudar os problemas ambientais, primeiramente graças às sérias ameaças à qualidade ambiental global.”

Entretanto, a base da legislação brasileira para a recuperação ambiental nesse período fundamenta-se na questão da conservação de recursos naturais e do controle da poluição hídrica – Código das águas, de 1934; Estatuto da Terra, de 1964; Código Florestal, de 1965; Medidas de Proteção à Fauna, de 1967; Política Nacional de Saneamento, de 1967. (LIMA, 1996)

Na recuperação da história, pode ser observado que o II PND – “Plano Nacional de Desenvolvimento”, de 1974, salientava a necessidade de uma política ambiental abarcando três princípios fundamentais, quais sejam: meio ambiente na área urbana, o levantamento e a defesa do patrimônio de recursos da natureza e defesa e promoção da saúde humana. “Nesse quadro terão particular significação as políticas de uso do solo, urbano e rural, dentro do zoneamento racional.” (MACHADO, 1992).

A base para uma política ambiental está alicerçada pelo instrumental de lei. No caso do Brasil, ela é definida pela “Política Nacional do Meio Ambiente – Lei Federal número 6.938/81”, que dispõe sobre a política, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

¹⁸ LESTER, J. (1989) (Ed.). *Environmental politics and policy, theories and evidence.*

A Constituição Brasileira de 1988 viria resgatar o princípio da defesa do meio e a importância da recuperação ambiental – sentido amplo de zoneamento ambiental – em seu artigo 225, Capítulos VI, VIII, quando assegura ser do Poder Público, indistintamente, a responsabilidade pela defesa e preservação de um ambiente ecologicamente equilibrado: “*preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas*”.

O solo é a superfície da Terra, o chão sobre o qual o ser humano organiza seus espaços, sua vida. O *zoneamento* vem constituir, portanto, de uma divisão racional do território, quanto à sua destinação – em *zona urbana, zona urbanizável, zona de expansão urbana e zona rural*. (AGUIAR, 1996)

Nesse sentido, ainda se faz necessário citar MACHADO (1992), quando discorre sobre: zoneamento ambiental, e urbano ao citar Le Corbusier¹⁹; relatando:

“O zoneamento consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou interdita-se, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades. Ainda que o zoneamento não constitua, por si só, a solução de todos os problemas ambientais, é um significativo passo. (...) ‘o zoneamento é uma operação feita no plano da cidade com o fim de atribuir a cada função e a cada indivíduo seu justo lugar. Tem por base a discriminação necessária entre as diversas atividades humanas reclamando cada uma um espaço particular ...’ ”

Face a esse percurso e a essas considerações, pode-se afirmar que, no processo de planejamento ambiental, tendo como base de sustentação - o **zoneamento** - ou seja, estabelecimento da **suscetibilidade do ambiente**, -> assumem os cientistas, os planejadores e os políticos recursos à tomada de

¹⁹ CORBUSIER, L. (s/d). *La Charte D’Athènes*. p. 19.

decisão, como uma maneira capaz de sustentar as atividades humanas com um mínimo de distúrbios nos processos físicos, ecológicos e sociais.

2.3.3- Modelagem: instrumental para análise morfológica e ambiental

A compreensão dos fenômenos que percebe-se tem sido organizada, desde o século XVII, no mundo ocidental, através de dois principais tipos de procedimentos denominados: abordagem analítica e abordagem holística. (CHRISTOFOLETTI, 1999)

A compreensão dessas abordagens é esclarecida por este autor:

“A abordagem analítica encontra-se mais desenvolvida nas atividades científicas, necessárias à análise e interpretação. Essa redução encontra sua contrapartida na síntese e na generalização. A ciência tem por objetivo explicar, generalizar e determinar as causas, de modo que as hipóteses sejam formuladas e verificadas através de comparações e experimentos, e as teorias incluem enunciados expressando leis da natureza.(...) A outra abordagem considera que a análise do fenômeno deve ser realizada em seu próprio nível hierárquico, e não em função do conhecimento adquirido nos componentes de nível inferior. Isso significa que ela procura compreender o conjunto mais do que suas partes e sugere que o todo é maior que a somatória das propriedades e relações de suas partes, pois há o surgimento de novas propriedades que não emergem do conhecimento de suas partes constituintes. Dessa maneira, leva a considerar as condições de emergência das novas qualidades, que geralmente devem estar relacionadas com o arranjo dos elementos, com a estrutura do sistema. Essa abordagem é denominada de holística, definida como a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais.”

CHRISTOFOLETTI (1999) aponta ainda que, a utilização do termo “holismo”, foi adotado pelo acadêmico sul-africano Jan Smuts, em 1926. Porém, de certa forma foi repudiado, pois essa idéia transparecia envolver um certo grau de misticismo e vitalismo. Surgia então, como um conceito da metafísica.

Posteriormente, segundo esse mesmo autor, o termo foi resgatado e atualmente vem sendo usado e aplicado em termos de componentes e relações internas de unidades inseridas em níveis hierárquicos. Considera que na natureza verifica-se a tendência de se produzir “conjuntos” a partir de grupamento ordenado de estruturas unitárias, levando à doutrina que o funcionamento global – do todo – afeta as suas partes componentes, sendo contrária à análise isolada pois as partes não poderiam ser estudadas e compreendidas individualmente.

Nesse sentido, pode-se recuperar a importância nos estudos ambientais e urbanos à aplicação de modelos. Esta questão, vem resgatar a compreensão da realidade morfológica do território, bem como, construir a percepção das variáveis – comportamento - do ambiente natural.

HAGGETT & CHORLEY²⁰ (1967; 1975), ao serem citados por CHRISTOFOLETTI (1999), apresentam a definição da palavra modelo como sendo “a estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade.”

Deve-se considerar essas proposições – modelamento – pois, a base para o planejamento está alicerçada no conhecimento que se tem da realidade. A

²⁰ HAGGETT, P. & CHORLEY, R. J. (1967). *Models, paradigmes and the new geography*, in *Models in Geography*. (CHORLEY, R. J. & HAGGETT, P., Eds). Londres, Methuen & Co.; HAGGETT, P. & CHORLEY, R. J. (1975). *Modelos, paradigmas e a nova geografia*, in *Modelos físicos e de informação em Geografia*. (CHORLEY, R. J. & HAGGETT, P., Eds). Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos.

busca do conhecimento se configurava mesmo antes da era cristã. Já no século VI a.C., na Grécia Antiga, os homens aspiravam a um conhecimento que se distinguisse do **mito** e do **saber comum**.

A partir do século XVII de nossa era cristã, a grande conquista pelo conhecimento são as bases científicas dessa busca, iniciada com a revolução galileana. A utilização de métodos e sistemas permite que essa busca atinja um tipo de conhecimento sistemático, objetivando, dessa feita, a descoberta das relações entre fenômenos do ambiente natural, o que permite prever acontecimentos e também agir sobre a natureza de forma mais sustentada à vida deste ser milenar – o **Homem**.

2.3.4- A base para modelagem: sistemas ambientais-urbanos

A base fundamental para o planejamento é o conhecimento que se tem da realidade territorial. Nesse aspecto, prever o futuro – ação do planejamento – parece ser intangível. Porém, estabelecer teorias e hipóteses sobre o futuro é a base fundamental dessa verificação.

BIRKHOLZ (1983) esclarece esse entendimento quando diz – “ ... que a organização do território, em qualquer escalão, deve estar relacionada com o meio físico, a economia e a sociedade (...) é, portanto, um processo do pensamento, um método de trabalho e um meio para propiciar o melhor uso da inteligência e das capacidades potenciais do homem para benefício próprio e comum.”

Nesse sentido, a “Carta dos Andes”, elaborada em outubro de 1958 pelo CINVA – Centro Interamericano de Vivenda e Planejamento, reunido em Bogotá, viria a se constituir em um importante documento sobre planejamento territorial contemporâneo, o qual expressa:

“Planejamento é um método de aplicação, contínuo e permanente, destinado a resolver, racionalmente, os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências.”²¹

Resgatando esse entendimento, avaliar essas teorias é fazer a verificação através de sistemas de modelagem – processo probabilístico ou estocástico – o comportamento das mudanças apresentadas pelo território em estudo – o município de Piracicaba .

CHRISTOFOLETTI (1999) esclarece que *modelos probabilísticos ou estocásticos* são expressões que envolvem variáveis, parâmetros e constantes matemáticas, juntamente com um ou mais componentes aleatórios resultantes de flutuações imprevisíveis dos dados de observações ou de experimentações.

FERRARI (1984) já afirmava que, no processo de planejamento urbano e regional uma vez diagnosticados os problemas existentes, interessa saber como os fenômenos relacionados a eles se comportarão no futuro.

Para que se estabeleça essa compreensão - fenomenologia -, esse autor apresenta três níveis diferentes de relações causais que podem-se estabelecer entre os fenômenos:

- a) *causalidade determinista* – em que o fenômeno A dá sempre origem ao B;
- b) *causalidade probabilística ou estocástica* – em que a ocorrência do fenômeno A tem a probabilidade p ²² de causar B;
- c) *correlação* – em que A ocorre em associação com B, embora não haja uma relação de causa e efeito entre eles, facilmente perceptível.

²¹ FERRARI, C. (1984). *Curso de planejamento municipal integrado: urbanismo*. São Paulo, Pioneira. p. 03.

²² Notas do autor: “probabilidade p significa, em percentagem, a freqüência de repetição de um estado ou fenômeno dado, obtida, estatisticamente, através da experimentação.

Diga-se, de passagem, que essa associação pode ser medida, estatisticamente.

Nesse sentido, a busca do conhecimento pela tese se dará na verificação através do método probabilístico e ou estocástico – modelo de Markov – seu grau de confiabilidade e compatibilidade com a finalidade em estudos ambientais urbanos.

2.3.5- Processo: probabilístico ou estocástico – cadeia de Markov

A operacionalidade com a cadeia de Markov reclama por um entendimento do que venha ser processos estocásticos, sendo ela uma das derivações desse processo.

DYNKIN (1973), ao ser citado por LORENZON FILHO (1991), relata que os estudos sobre processos estocásticos foram iniciados por Eistein em 1905, quando investigava sobre movimento browniano (movimentos de partículas em meio fluído), quando conceitua:

“Neste caso, considera-se que durante um intervalo de tempo ($0 - \epsilon$) uma partícula se desloca de maneira aleatória no espaço E . Se o estado da partícula é conhecido no instante t , as informações complementares sobre os fenômenos observados antes do instante t , (e em particular, as informações relativas ao caráter do movimento antes de t) são sem influência sobre as predições relativas ao movimento após o instante t .”²³

²³ DYNKIN, E. B. (1973). *Théorie des processus markoviens*. Paris, Dunod. In: LORENZON FILHO, A. V. (1991). *O uso de modelo probabilístico – cadeia de Markov no estudo da expansão do setor urbano de Limeira-SP*. Tese (Doutorado), apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Rio Claro. p. 43-44.

BREIMAN (1968), ainda citado por LORENZON FILHO (1991), afirma que “os processos que ocorrem na natureza e na sociedade podem ser estudados como se os fenômenos passassem, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de estados onde a transição de um determinado estado para o seguinte, ocorreria segundo uma certa probabilidade.

Quando esta probabilidade de transição depende apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado a seguir, o processo será chamado processo de Markov e uma seqüência de estados seguindo este processo será denominada cadeia de Markov.”²⁴

Mais uma vez faz-se necessário citar CHRISTOFOLETTI (1999), quando esclarece que os modelos probabilísticos são as bases para a simulação, podendo assumir três caminhamentos, sendo que um deles é a “simulação de Markov, que se baseia nos estados precedentes do sistema para simular os estados posteriores. Representa uma cadeia de acontecimentos sucessivos.”

Posto isso, pode-se resgatar os principais conceitos dentro da Cadeia de Markov – apontados por LORENZON FILHO (1991), como sendo os seguintes:

- (1) P_{ij} - probabilidade de que um evento estando no estado i mude para o estado j ;
- (2) $[P_{ij}]$ - matriz de transição, que é uma matriz cujos elementos não são negativos e a soma das linhas é igual a 1, sendo portanto por definição uma matriz estocástica;
- (3) A_0 - estrutura inicial do sistema, ou seja, o vetor de distribuição de probabilidade inicial;
- (4) $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$, conjunto de estados que o sistema pode possuir;

²⁴ BREIMAN, L. (1968). Probability. Meno Park, Addison Wesley. In: LORENZON FILHO, A. V. (1991) Idem, ibdem, op. cit., p. 45.

Verifica-se, a partir daí, que uma Cadeia de Markov do tipo regular fica completamente definida a partir do termo (A_0, S, P) .

- (5) Uma cadeia finita de Markov é dita regular se existe um intervalo positivo N , tal que p^n é positiva para todo $m \geq N$. Isto significa que haverá uma exponenciação de p em que todos os estados estarão se comunicando, ou seja, não existirá nenhuma célula da matriz com elemento nulo.

Se a matriz P é regular fica garantido que $\lim_{m \rightarrow \infty} P^m = A$, onde A é a matriz estocástica cujas linhas são todas iguais;

- (6) Vetor equilíbrio ou limite – é qualquer vetor da linha da matriz A ;
 (7) Matriz tempo médio de primeira passagem – esta matriz dá para cada célula (S_i, S_j) o número médio de visitas a um estado S_j , em n etapas, dado que no instante inicial o sistema está no estado S_i .

No processo markoviano são considerados os conjuntos de estados S_1, S_2, \dots, S_n . O processo pode ser em apenas um desses estados num dado tempo e espaço, movendo-se sucessivamente para outro estado. É designado por passo cada movimento. A probabilidade que o processo se moverá de S_i para S_j , é dada para cada par ordenado de estados.

Na matriz a seguir, os pês representam a probabilidade de transição.

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{bmatrix}$$

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$P_{ij} = \text{Prob. } S_{t+1} = j \mid S_t = i$$

S_t = Estado do processo durante o tempo passado, é o passo t .

Esse mesmo autor, ao citar GARCIA²⁵ et all (1983), diz que, um processo estocástico (X_t) possui a propriedade markoviana se a probabilidade X_{t+1} no estado j (dado que X_t está no estado i) ser definido por:

$$P(X_{t+1} = j / X_0 = K_0, \dots, X_{t-1} = K_{t-1}, X_t = i) = P(X_{t+1} = j / X_t = i)$$

Para $t = 0, 1, 2, \dots$ e toda seqüência $i, j, K_0, \dots, K_{t-1}$. Na fórmula, j representa o evento futuro, i o evento presente e K_0, K_1, \dots, K_{t-1} , os eventos passados.

A probabilidade da condição $P(X_{t+1} = j / X_t = i)$ é chamada de probabilidade de transição. Se cada i e j , $P(X_{t+1} = j / X_t = i) = P(X_{t+1} = j / X_0 = i)$ para todo $t = 0, 1, 2, \dots$, então a probabilidade de transição é dita estacionária e indicada por P_{ij} .

Para computar a probabilidade para n passos, pode-se utilizar a equação de Chapman-Kolmogorov:

$$P^{(n)} = P.P \dots P = P^{(n)} = P.P^{(n-1)} = P^{(n-1)}.P, \text{ onde } P \text{ é a matriz original e } n \text{ o número de passos.}$$

Pode-se, portanto, a partir dessas considerações, dizer que uma das funções da modelagem é a criação de cenários para formularem a compreensão de mudanças ambientais.

²⁵ GARCIA, G. J. et all (1983). Expansão urbana de Rio Claro, uma aproximação quantitativa. In: *Geografia*, 8 (15-16), 175-180, out. 1983.

FERRARI (1984) enfatiza essa consideração, quando diz ser o papel do processo científico prever o futuro; entretanto, deve-se basear sempre numa teoria ou generalização sobre observações feitas no presente ou no passado. E enfatiza:

“Atualmente, com o auxílio dos computadores eletrônicos, essas inúmeras equações de múltiplas variáveis podem ser rapidamente calculadas, obtendo-se assim uma simulação do modelo ou ‘família de modelos’ da cidade do futuro como um todo. O sucesso da previsão da cidade como um todo dependerá, está claro, da clareza e exatidão do sistema simulado no modelo ou modelos.”

Nesse aspecto, assume o “modelo” uma característica fundamental para o planejador contemporâneo – instrumental que permite realizar previsões e tomada de decisões quanto à espacialidade territorial – se correto.

2.3.6- Aplicação e diversidade: simulação do modelo cadeia de Markov

Para que haja compreensão na simulação do modelo probabilístico “cadeia de Markov”, segue alguns exemplos de aplicação desse sistema.

CURL²⁶ (1959) faz uso desse modelo para análise do desenvolvimento das cavernas calcárias.

MELTON²⁷ (1962), para distinguir as variações aleatórias regionais e locais em perfis longitudinais dos rios Arizona.

²⁶ CURL, R. L. (1959). Stochastic models of cavern development. *Bulletin of the Geological Society of American*, 70: 1803-1810. In: CHRISTOFOLETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. p 10.

²⁷ MELTON, M. A. (1962). Methods of measuring the effect of environmental factors on channel properties. In: *Journal of Geophysical Research*, 67: 1485-1490. In: CHRISTOFOLETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. p 10.

LEOPOLD²⁸ e LANGEBEIN (1962), para o desenvolvimento dos perfis longitudinais dos cursos d'água, pressupondo que a temperatura e a altura absoluta acima do nível de base possam ser intercambiadas, e que há continuidade na geração interna da entropia (taxa de aumento da entropia do sistema + taxa de vazão da entropia – taxa de geração interna da entropia).

FUGUITT²⁹ (1965) aplicou uma análise regular de “cadeia de Markov” quando estudou as distribuições de tamanho de cidades. Neste caso o autor pesquisou uma possível solução de equilíbrio baseada na regra tamanho hierarquia, onde a entropia foi maximizada. Este equilíbrio é um processo puramente aleatório. O autor procurou, assim, estabelecer uma correção possível entre a regra tamanho – hierarquia e as soluções de estados de quase equilíbrio derivadas de processos estocásticos, assim como através do conceito de entropia e “cadeias regulares de Markov”.

COLE³⁰, FAISSOL e Mc CULLAGH (1970) fazem uso da “cadeia de Markov” na projeção de crescimento da população do Brasil. Comentam e comparam os estudos sobre projeções da população no Brasil feitos por Herman Kahn e por Mário Henrique Simonsem. Justificam ainda, ser o emprego de um método a mais e que pode auxiliar na avaliação de dados em países como o Brasil, onde há grande disparidade regionais. O modelo foi aplicado em todos os estados do país “com o objetivo de mostrar que a projeção é apenas um resultado das premissas adotadas, sejam baseadas em observações, sejam empiricamente derivadas”. Esses autores consideraram inicialmente o ritmo de crescimento vegetativo da população, no período censitário anterior – utilizaram dados

²⁸ LEOPOLD, L. B. & LANGBEIN, W. B. (1962). The concept of entropy in landscape evolution. *U. S. Geological Survey Professional Paper*, 500-A. In: CHRISTOFOLETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. p 10.

²⁹ FUGUITT, G. V. (1965). The growth and decline of small towns as a probability processes. *American Sociological Review*, 30 (3), p. 403-411, Jun./1965. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem*, *Ibidem*. p. 52.

³⁰ COLE, J. P., FAISSOL, S., McCULLAGH, M. J. (1970). Projeção da população do Brasil – aplicação do método cadeia de Markov. *Revista Brasileira de Geografia*, Fundação IBGE, ano 32, nº 4, 173-207. In: LORENZON FILHO (1991). *O uso de modelo probabilístico – cadeia de Markov no estudo da expansão do setro urbano de Limeira-SP*. Rio Claro, Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. p. 48. *setro urbano de Limeira-SP*. Rio Claro, Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. p. 48.

estimados – pois ajudam a entender como funcionam os processos de estimativa de projeção de população.

Outro estudo de suma importância que aplica “cadeia de Markov” é o trabalho de Brow e Horton, comentado por FAISSOL³¹ (1975). Neste comentário, o autor faz uma análise crítica da metodologia utilizada para a delimitação de regiões nodais/funcionais. Procura examinar a possibilidade de avaliar e usar o sistema de relações de hierarquia por transitividade na conceituação e delimitação dessas regiões. Os autores utilizaram “cadeia de Markov” para medir a intensidade de fluxo³² entre centros urbanos.

DANTAS³³ e RODRIGUES (1977) aplicam o processo markoviano em estudos de população e apresentam como exemplo a cadeia de nascimento e morte – denominações sugestivas para entrada e saída de elementos de um conjunto de dados.

NASCIMENTO³⁴ e BECKER (1978) apontam as possibilidades da aplicação da “cadeia de Markov” na geografia onde ocorrem fenômenos em sucessão temporal com aplicação total ou única no evento anterior.

GARCIA³⁵, GARCIA e GERARDI (1983) sugerem a aplicação de “cadeia de Markov” no estudo de evolução territorial da área urbana de Rio

³¹ FAISSOL, S. (1975). Regiões nodais/funcionais: alguns comentários conceituais e metodológicos. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, IBGE, 37 (1): 85-94, Jan./Mar. 1975. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem, Ibidem*. p. 51.

³² O conceito de **fluxo** dominante é interessante, porque implica em uma hierarquia existente e essa dominância precisa ser indicada em termos de direção. Como exemplo, pode-se ter uma cidade que é independente quando o seu fluxo dominante é na direção de uma menor – no fornecimento de certas mercadorias – ou no caso de ligações telefônicas, quando as chamadas são para o centro maior. O método usa a matriz e a sua expansão. Neste caso a matriz é composta pela lista de lugares que interagem entre si. A expansão da matriz é dada pelo número de vezes que é necessário multiplicá-la até alcançar o valor limite e conseqüentemente alcançar o estado de equilíbrio. O número de vezes pode indicar o equilíbrio ou desequilíbrio inicial do sistema. (LORENZON FILHO, 1991:51-52)

³³ DANTAS, A. B., RODRIGUES, F. W. (1977). Tópicos de processos estocásticos. Rio de Janeiro, IMPA. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem, Ibidem*. p. 49-50

³⁴ NASCIMENTO, M. G. O., BECKER, O. M. S. (1978). O uso da cadeia de Markov como instrumento de mensuração de uma distância funcional, percebida entre lugares. *Tendências Atuais na Geografia Urbano / Regional – Teorização e Quantificação*. Org. por Sperdiano Faissol, Rio de Janeiro, Fundação IBGE. p. 218-224. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem, Ibidem*. p. 50.

Claro-SP. Esses autores utilizaram-se de dados a partir da análise de fotografias aéreas da cobertura do setor urbano referente aos anos de 1962, 1972 e 1978. Sugerem ainda que o método é viável para aplicação em áreas urbanizadas e que o estudo pode ser ampliado com a utilização de maior número de variáveis.

MORISAWA³⁶ (1985) fez uso desse processo para analisar as propriedades topológicas das redes de drenagem em áreas deltaicas. De modo geral foi bem aceito e aplicado pelos geomorfólogos.

Considerando-se os estudos que envolvem distribuição espacial, LOENERT³⁷ (1985) estuda as transformações ocorridas no setor rural do distrito de Campo Magro, município de Almirante Tamandaré - Paraná. A autora aplica modelo “cadeia de Markov” para avaliar as transformações ocorridas em relação ao uso da terra e calculou as tendências de modificações entre os vários usos.

LORENZON FILHO (1991), utilizou-se do processo “Cadeia de Markov” na verificação das modificações da organização espacial do setor urbano de Limeira-SP, no período de 1962 a 1988. Esse modelamento foi feito com previsão para 1982, 1992, 2002, e 2012 e ainda comparou-se estas previsões a partir do passo de dez anos com outros passos e as seguintes combinações: 1962-1972, passo de dez anos; 1962-1978, passo de dezesseis anos; 1962-1988, passo de vinte e seis anos; 1978-1982, passo de quatro anos; 1978-1988, passo de dez anos e 1982-1988, passo de seis anos. O autor aponta que, o modelo no seus resultados, indicam as possibilidades e tendências das transformações. Entretanto, salienta a necessidade de se aplicar períodos mais curtos para obtenção de resultados mais seguros.

³⁵ GARCIA, G. J., GARCIA, L. B. R., GERARDI, L. H. O. (1983). Expansão urbana de Rio Claro, uma aproximação quantitativa. *Geografia*, 8 (15-16), Out./83, 175-180. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem*, *Ibidem*. p. 53.

³⁶ MORISAWA, M. (1985). Topological properties of delta distributory net-works. *Geomorphology* (WOLDENBERG, M., Ed.), Londres, George Allen & Unwin. p. 239-268. In: CHRISTOFOLETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. p. 10.

³⁷ LOENERT, J. M. V. (1985). O uso da terra no distrito de Campo Magro, município de Almirante Tamandaré - Paraná. Uma contribuição ao planejamento. Dissertação (Mestrado) - Rio Claro, Unesp. In: LORENZON FILHO (1991). *Idem*, *Ibidem*. p. 53-54.

A diversidade de aplicação do sistema de modelagem – “Cadeia de Markov” – pode ser fundamental para uma compreensão maior desse instrumental matemático. Entretanto, salienta-se, os resultados alcançados no que tange às análises do urbano ou de expansão urbana por: LORENZON FILHO (1991); LEONERT (1985); GARCIA, GARCIA E GERARDI (1983), restringiram-se tão somente ao apontamento dos valores relativos da espacialização indicadas por estas previsões.

Nesse aspecto, acredita-se na relevância desta tese, pois um passo à frente foi obtido no sentido de espacializar os resultados alcançados. Esta constatação é evidenciada pelo capítulo 4 - resultados e discussão -, quando aponta as tendências para os anos: **2002** (figuras: 39, 42, 45, 48) e **2007** (figuras: 51, 54, 57, 60); bem como, pelo anexo “E” – referenciando a tendência de ocupação no que tange ao estado solo exposto – ano **2002 / espacialização** (figura 72, 73) -, e a indicação da capacidade de suporte ambiental (figura 74).

2.4- SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: INSTRUMENTAL E APLICABILIDADE – AMBIENTAL E URBANA

Nesta parte do capítulo, busca-se ressaltar a importância dos instrumentais à disposição do planejador contemporâneo: o do sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica. Entretanto, apesar de haver um grande debate sobre a importância do planejamento territorial - **processo de desenvolvimento** - o que já anteriormente foi apontado, o fundamental nesse percurso será o de demonstrar a influência dessa tecnologia na apropriação do planejamento em seus aspectos: **territorial** e **ambiental**, como instrumental na tomada de decisão.

“As cidades têm sido planejadas por uma ou outra razão, desde a época em que, pela primeira vez os homens passaram a residir em comunidades por eles construídas.

O planejamento de um conjunto territorial supõe a pesquisa inicial das vocações econômicas que, utilizando da melhor maneira as riquezas existentes e potenciais do solo, do subsolo e de energia, permitam harmonizar as condições naturais do meio humano.” (BIRKHOLZ, 1983)

Portanto, no processo de planejamento – tomada de decisões -, espera-se que essas tecnologias possam contribuir para um resgate no sentido da melhoria da qualidade de vida e dos espaços territoriais assim reorganizados.

2.4.1 Tecnologia Espacial e Geoprocessamento: limites de abordagem - estado da arte

A era espacial é marcada com o lançamento pela NASA, em 1972, do satélite ERST 1. A partir dessa data, até hoje, inúmeros outros sistemas entraram em órbita e seus dados são bastante úteis para análises atuais e retrospectivas do meio urbano e da geomorfologia ambiental.

O início da operação do sensor TM permite que as análises retrospectivas do uso do solo se processem com mais exatidão – resolução espacial de 30m. O período de recobrimento do satélite LANDSAT 5 é de 16 dias, que desta feita permite o imageamento de determinadas áreas do planeta, em período bastante curto.

O fato de o sensor TM ser sensível a várias bandas do espectro eletromagnético, faz com que a sua aplicabilidade para registro dos dados que compõem os diferentes planos de informações, em média, seja bastante alta.

CROSTA (1992) afirma que – “Imagens de sensoriamento remoto vem se tornando cada vez mais parte do nosso dia-a-dia. (...) Do ponto de vista técnico-científico, imagens de sensoriamento remoto vêm servindo de fontes de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros.

As imagens de sensoriamento remoto passaram a representar uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam. Neste momento em que a humanidade começa a encarar seriamente a necessidade de monitorar as mudanças globais que vem ocorrendo na superfície do planeta, o sensoriamento remoto aparece como uma das ferramentas estratégicas para o futuro.”

SANTOS (1994) chama à atenção para estes aspectos: relevância do papel da **ciência**, da **tecnologia** e o da **informação** – a quem quer que se preocupe com os estudos e planejamento do espaço territorial.

“O território são formas, mas o território usado são objetos e ações, sinônimo de espaço humano, espaço habitado. Mesmo a análise da fluidez posta ao serviço da competitividade, que hoje rege as relações econômicas, passa por aí. De um lado, temos uma fluidez virtual, oferecida por objetos criados para facilitar essa fluidez e que são, cada vez mais, objetos técnicos. Mas os objetos não nos dão senão uma fluidez virtual, porque a real vem das ações humanas, que são cada vez mais ações informadas, ações normatizadas.”

Ao utilizar-se dessas técnicas na presente tese, como suporte ao planejamento ambiental do território, exige-se compreender seus componentes para que se processem as análises e sínteses, uma fragmentação espacial do território.

Entretanto, convém citar as palavras de CARLOS (1994), para que se estabeleça um entendimento de **fragmentação** – no sentido de produção ou de reprodução do espaço territorial - e o aqui especificado para as análises e sínteses do objeto de tese:

*“Essa situação, decorrência da contradição entre a produção socializada do espaço e sua apropriação privada, é a forma mais acabada daquilo que Lefêbvre chamou da vitória do **valor de uso sobre o valor de troca** e que a meu ver esclarece a natureza do processo de fragmentação do espaço.” [grifos nossos]*

“Assim, a produção do espaço deve ser entendida sob uma dupla perspectiva, ao mesmo tempo que se processa um movimento que constitui o processo de mundialização da sociedade urbana produzindo, como decorrência, um processo de homogeneização do espaço, produz-se e acentua-se o processo de fragmentação tanto do espaço quanto do indivíduo.

A cidade produzida liga-se à forma de propriedade que produz a hierarquia espacial enquanto consequência da hierarquia social passível de ser percebida na paisagem urbana através da segregação espacial cuja dinâmica conduz, de um lado, à redistribuição do uso das áreas já ocupadas levando a um deslocamento de atividades e dos habitantes e, de outro, a incorporação de novas áreas que criam novas formas de valorização do espaço urbano.”

As interações aqui propostas das tecnologias como respaldo instrumental na organização ou reorganização do território – **fragmentação espacial** – deve ser entendida como sendo uma maneira de modelar o território, com vistas a subsidiar a tomada de decisões.

Os sensores remotos instalados em satélites (ver quadros: 07 e 08, mais adiante), quando direcionados à superfície terrestre, geram imagens do território,

independente de fronteiras geográficas ou políticas. Esses sensores tem o poder de captação das irradiações refletidas por determinados alvos, sejam visíveis ou invisíveis.

Essa visão - a do satélite -, que extrapola os sentidos do ser humano, permite detectar elementos não percebidos, atribuindo valores às imagens espaciais, possibilitando, pelas suas análises, intervir decisivamente no comportamento social daquele lugar e de suas extensões estruturais.

Nesse sentido, é importante ainda atentar-se para o que foi descrito por SANTOS (1996):

“Um sistema de realidade, ou seja, um sistema formado pelas coisas e a vida que as anima, supõe uma legalidade: uma estruturação e uma lei de funcionamento. Uma teoria, isto é, sua explicação, é um sistema construído no espírito, cujas categorias de pensamento reproduzem a estrutura que assegura o encadeamento dos fatos. Se a chamarmos de organização espacial, estrutura espacial, organização do espaço, estrutura territorial ou simplesmente espaço, só a denominação é que muda, e isto não é fundamental. O problema é encontrar as categorias de análise que nos permitem o seu conhecimento sistemático, isto é, a possibilidade de propor uma análise e uma síntese cujos elementos constituintes sejam os mesmos.”

Esses elementos citados por SANTOS (1996), e que caracterizam o espaço ecossistêmico, são perfeitamente identificados pelas imagens dos satélites.

Nas últimas décadas, a tecnologia espacial evoluiu de uma forma assombrosa. Em menos de vinte anos, passaram-se a identificar nas imagens dos satélites objetos de 3 a 5 metros - sistemas russos - quando em 1972 os mais avançados reconheciam somente objetos de, no mínimo, 80 metros - ERST 1.

CROSTA (1992) referencia esses aspectos, quando aponta que “um número progressivo de países e consórcios internacionais vem se envolvendo em programas espaciais voltados ao lançamento e operação de satélites de levantamento e monitoramento de recursos naturais, incluindo o Brasil, e para o desenvolvimento de sofisticados sistemas sensores aeroportados.”

Assim sendo, a visão do satélite, chamada sinóptica, vem permitir que o espaço territorial seja retratado, em grande extensões, a um só tempo. Essa visão tem possibilitado identificar os elementos que compõem a natureza ecossistêmica dessas extensões, instrumentando o planejador contemporâneo a análises e abordagens da estrutura espacial do território.

Quadro 07

**SISTEMAS SENSORES ORBITAIS MAIS UTILIZADOS
EM ESTUDOS GEOAMBIENTAIS**

Sensor	Bandas	Resolução Espacial (m)	Resolução Espectral (μm)	Resolução Temporal
MSS (LANDSAT 5)	4	80	0.5 - 0.6	16 Dias
	5	80	0.6 - 0.7	
	6	80	0.7 - 0.8	
	7	80	0.8 - 1.1	
TM (LANDSAT 5)	1	30	0.45 - 0.52	16 Dias
	2	30	0.52 - 0.60	
	3	30	0.63 - 0.69	
	4	30	0.76 - 0.90	
	5	30	1.55 - 1.75	
	7	30	2.08 - 2.45	
HRV - SPOT	6	120	10.4 - 12.5	26 Dias
	1	20	0.50 - 0.59	
	2	20	0.61 - 0.68	
	3	20	0.79 - 0.89	
	PAN	10	0.51 - 0.73	

Fonte: COSTA, S. M. F. da (1996)

As cenas obtidas através do Satélite LANDSAT-5 apresentam, através do sensor TM, a resolução de 30m (trinta metros). Esse sistema pode ser considerado como um dos mais importantes instrumentos a viabilizar o planejamento e monitoramento do território.

O fato de o Sensor TM ser sensível a várias bandas do espectro eletromagnético, faz com que a sua aplicabilidade para registro dos dados que compõem os diferentes planos de informações da base de dados e que auxiliam os estudos de monitoramento do território, em média, seja bastante alta.

“Este fator, aliado às outras características do sensor, favorece a sua utilização em estudos de natureza multitemporal. (...) O sensoriamento remoto é uma importante técnica que permite o registro das variações espectrais da radiação dos alvos, tendo como resultado uma imagem passível de ser interpretada.” (COSTA, 1996)

Quadro 08

**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO
DAS BANDAS DO SATÉLITE TM - LANDSAT - 5**

Banda	Intervalo espectral (μm)	Características e aplicações
1	0.45 - 0.52	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	0.52 - 0.60	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	0.63 - 0.69	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

segue

continuação

Banda	Intervalo espectral (μm)	Características e aplicações
4	0.76 - 0.90	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	1.55 - 1.75	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	10.4 - 12.5	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	2.08 - 2.35	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com ions hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Fonte: INPE - <http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm> - / 22.04.99 - 11:02 /

Logo, as múltiplas dimensões do espaço urbano e a interação ambiental resultante do rápido crescimento das cidades e a propagação do fenômeno da urbanização, especialmente nos países em processo de desenvolvimento, podem ser melhor monitoradas através dessa técnica conjugada com métodos assistidos por computador, que vem contribuir de forma significativa na investigação e compreensão dos impactos desencadeados no ambiente por essa fenomenologia, tornando-se um instrumental eficaz na **gestão ambiental do território**.

2.4.2 A informação geográfica: potencial de modelagem na caracterização do sistema ambiental e do território

A literatura evidencia o uso desta tecnologia - SIG – remontando-se à metade da década de 60, seu potencial de integração nas tomadas de decisões no

que tange ao planejamento ambiental do território é de significativa importância. Os sistemas de informações geográficas são caixas de ferramentas – *software* – capazes de manipular dados espacialmente referenciados, evidenciado que a função de um sistema geográfico é fornecer maiores e melhores dados para facilitar a decisão do planejador (CHRISTOFOLETTI, 1999; STAR & ESTES, 1990).

Afirmam ainda, STAR & ESTES (1990) que os Sistemas de Informações Geográficas – SIGs – evoluíram como meios de reunir e analisar dados espaciais diversos. Nesse aspecto, estes sistemas reúnem cinco elementos essenciais, quais sejam: aquisição de dados, pré-processamento, funções de gerenciamento de dados, manipulação e análise e a geração de produtos.

Nesse sentido, COSTA (1996), ao citar BURROUGH³⁸ (1986), esclarece que “um SIG é uma forma particular de sistema de informação aplicado aos dados geográficos. Seria um potente conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, transformar e exibir dados espaciais do **mundo real** tendo como fim uma proposta específica. Um SIG auxilia na tarefa de tomar decisões, de atualizar mapas, de simular algumas ações que se queiram realizar.” [grifos nossos]

Assim, Sistemas de Informações Geográficas – SIG – são sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Têm sido uma reconhecida ferramenta para o manuseio de informações ambientais, bem como para conhecer e resolver os problemas de organização espacial (NISTAL³⁹, 1987 apud LIMA, 1996)

CHRISTOFOLETTI (1999), entretanto observa - quando aponta a potencialidade dos SIGs aplicada nos procedimentos de análise espacial – que

³⁸ BURROUGH, P. A. (1986). *Principles of geographic information systems of land resources assessment*. Oxford, Clarendon Press.

³⁹ NISTAL, M. A. I. (1987). *Criterios para la creacion de un sistema de informacion territorial*. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE INFORMÁTICA EM GEOGRAFIA. San Jose, 1987. *Anais*. p. 347-374.

recentemente tem se empregado todo um conjunto de esforços visando a elaboração de programas que possibilitem, também, a análise dos dados de séries temporais, enfatizando:

“A modelagem de sistemas ambientais enquadra-se no contexto abrangente da análise espacial. Na obtenção e análise dos dados georreferenciados absorve as técnicas geoestatísticas, interligando-se com o uso e interpretação da documentação relacionada com o sensoriamento remoto e com os sistemas de informação geográfica ...”

Nesse sentido, é ressaltado por esse autor que a espacialidade é uma característica inerente aos sistemas ambientais, daí a importância ou significância dos sistemas de informações geográficas para o procedimento de modelagem.

Afirma, ainda, que, na atualidade, os SIGs incorporam muito princípios relacionados com o manejo de banco de dados relacionais, algoritmos gráficos poderosos, interpolação, zoneamento e análise de redes simplificadas. Assim sendo, chama a atenção para a importância do uso dessa ferramenta na perspectiva da análise espacial envolvendo estudos ambientais e sócio-econômicos.

ALVES (1997) aponta essa difusão da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas, quando diz refletir sua “extensa funcionalidade na abordagem de problemas relacionados aos recursos naturais e suas variáveis.” E que tal funcionalidade “é oriunda, em grande parte, dos recursos - oferecidos pelo componente *software* do SIG - para manuseio, análise e operações de dados espaciais, interligados ou não, a dados espaciais, possibilitando a obtenção de novas informações essenciais aos processos de planejamento e tomada de decisões.”

Isso posto, podem ser explicitados na figura a seguir as etapas e interações existentes entre os três componentes básicos do paradigma da análise exploratória espacial, que foram destacadas por CHRISTOFOLETTI (1999) como sendo: *conhecimento e intuição humana, instrumento de análise e sistemas de informação geográfica.*

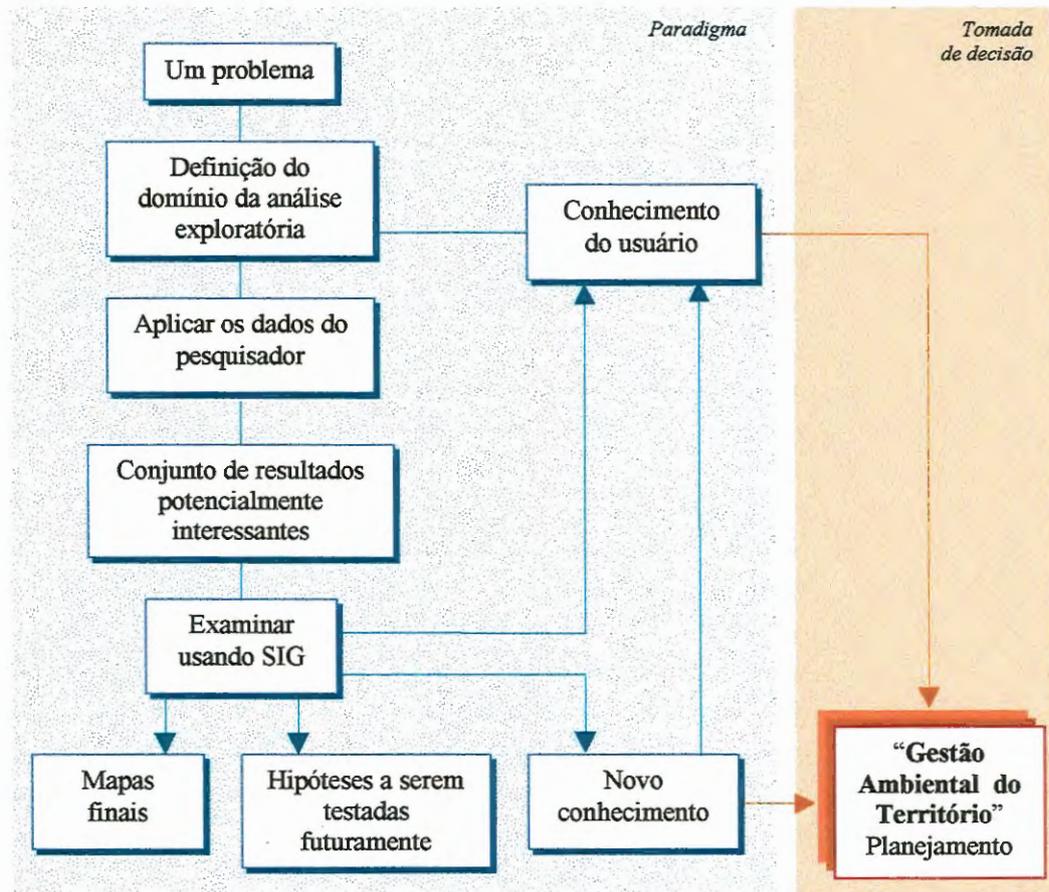


Figura 09 - ESQUEMA DA ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA
(fonte: baseado e acrescido – CHRISTOFOLETTI, 1999:31)

Essa tecnologia se reveste como um instrumental valioso para os urbanistas e planejadores deste final de século e aos do próximo milênio, uma vez que o quadro assustador colocado por SACHS (1993) constitui importante característica de nossa época – a **explosão urbana**. Acrescenta-se a isso o fato de que, no início do século XXI, a população de baixa renda das cidades do terceiro mundo tornar-se-á a nova maioria da população mundial.

3. METODOLOGIA

“A crise que perpassa o mundo contemporâneo está levando a humanidade a um ‘ponto de mutação’, cujo resultado não poderá ser outro senão o da transformação profunda de toda a nossa sociedade e cultura.”

Germano Seara Filho.

Resgatando uma compreensão ampla da epígrafe acima, pode-se verificar que “a base para esta transformação é a visão sistêmica da vida, a idéia de entrelaçamento, de integração, de holismo ou totalidade” (Cf. Capra⁴⁰, 1987 apud SEARA FILHO, 1992).

É nesse contexto, e buscando esta interface - da multidisciplinaridade que a ciência do ambiente possibilita -, acredita-se, que se encaixam as preocupações e a contribuição desta tese.

Assim, o método de conduzir esta pesquisa – **parte, em modelo teórico** – faz-se necessário perante às inúmeras alternativas de caminhos e técnicas que se poderia percorrer. No entanto, esse referencial se justifica, primeiro, pelo apoio que é referendado por GALLIANO (1979), quando fala: “que para descobrir a natureza, dominá-la e extrair sempre novos segredos, o homem tem de valer-se de um método experimental.”

“Método é um conjunto de etapas, ordenadamente dispostas, a serem vencidas na investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou para

⁴⁰ CAPRA, F. (1987). *O ponto de mutação*. São Paulo, Cultrix.

alcançar determinado fim. (...) Técnica, portanto assegura instrumentação específica da ação em cada etapa do método."

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta tese seguiu basicamente o fluxograma de atividades esboçado inicialmente por LOMBARDO (1985) em sua primeira fase, expressa na figura 11, readaptada às especificidades do presente trabalho. A segunda fase, contida na figura 11^A, sintetiza o desenvolvimento do método adotado neste trabalho.

Entretanto, para a concretização dos objetivos apontados, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologia apropriada para cada etapa e cenários discutidos, os quais serão apresentados no decorrer da discussão pertinente.

De posse do conjunto de dados e informações que serão esboçados no decorrer da tese, desenvolver-se-ão análises à produção de conhecimento com o propósito de se identificar a oferta ambiental e determinar os fatores positivos ou limitantes ao desenvolvimento da região e território em estudo – ver figura 10 a seguir.

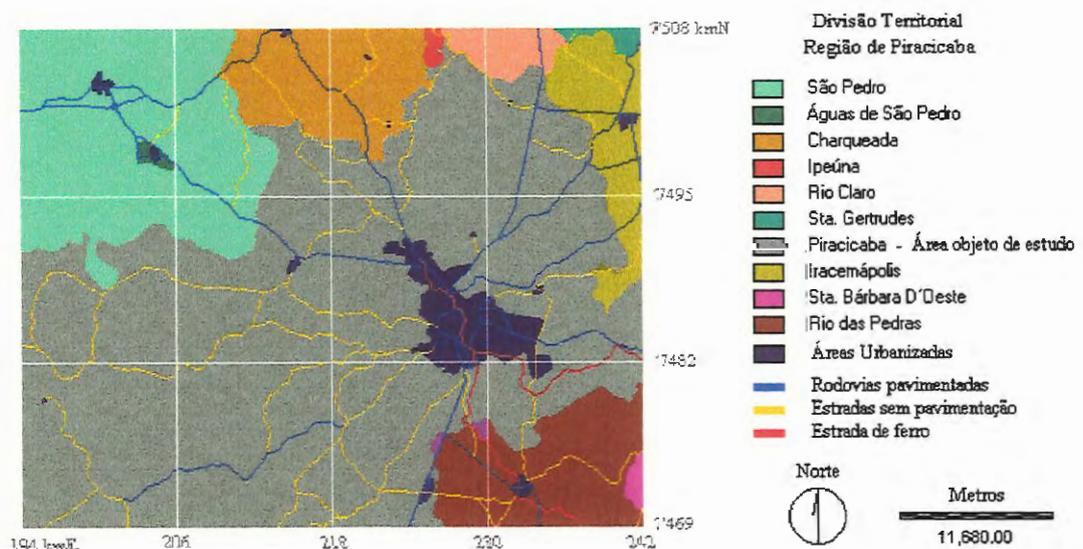


Figura 10 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E INFRA-ESTRUTURA
(Área Objeto de Estudo)

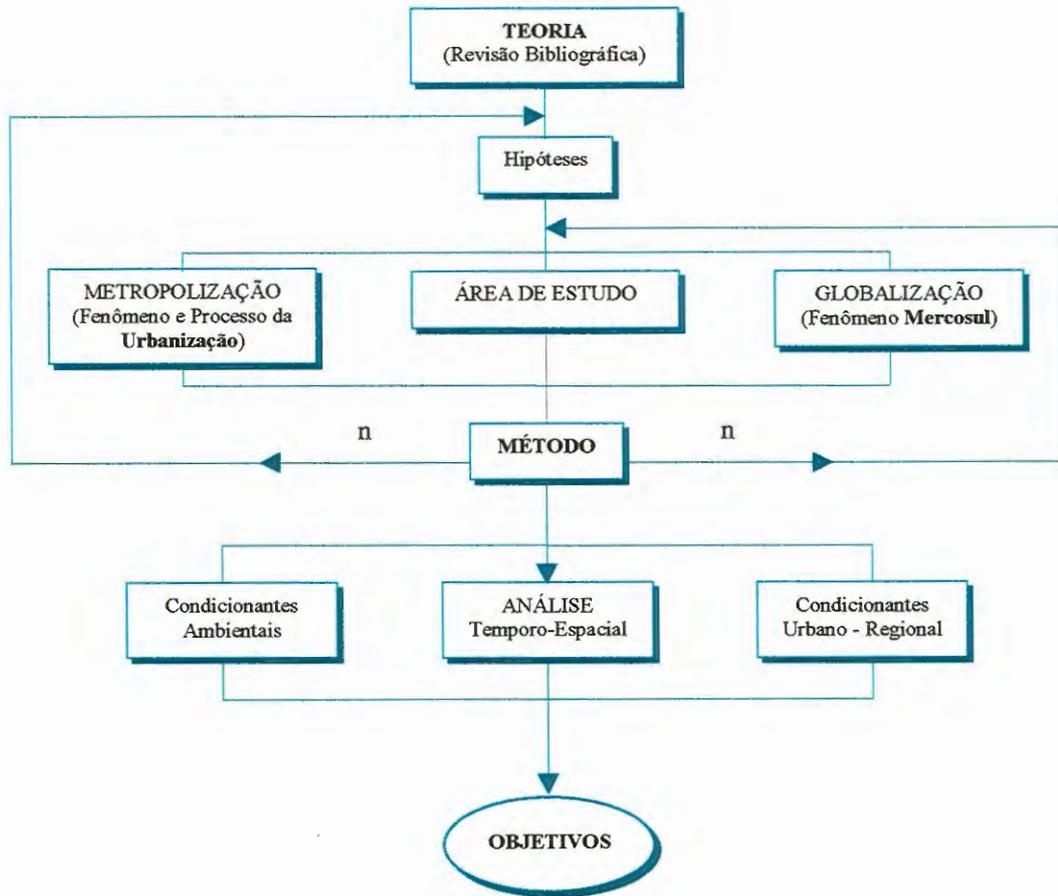


Figura 11 - ROTEIRO METODOLÓGICO - FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES
(adaptado / LOMBARDO, 1985 – Primeira Fase / Condução à Qualificação)

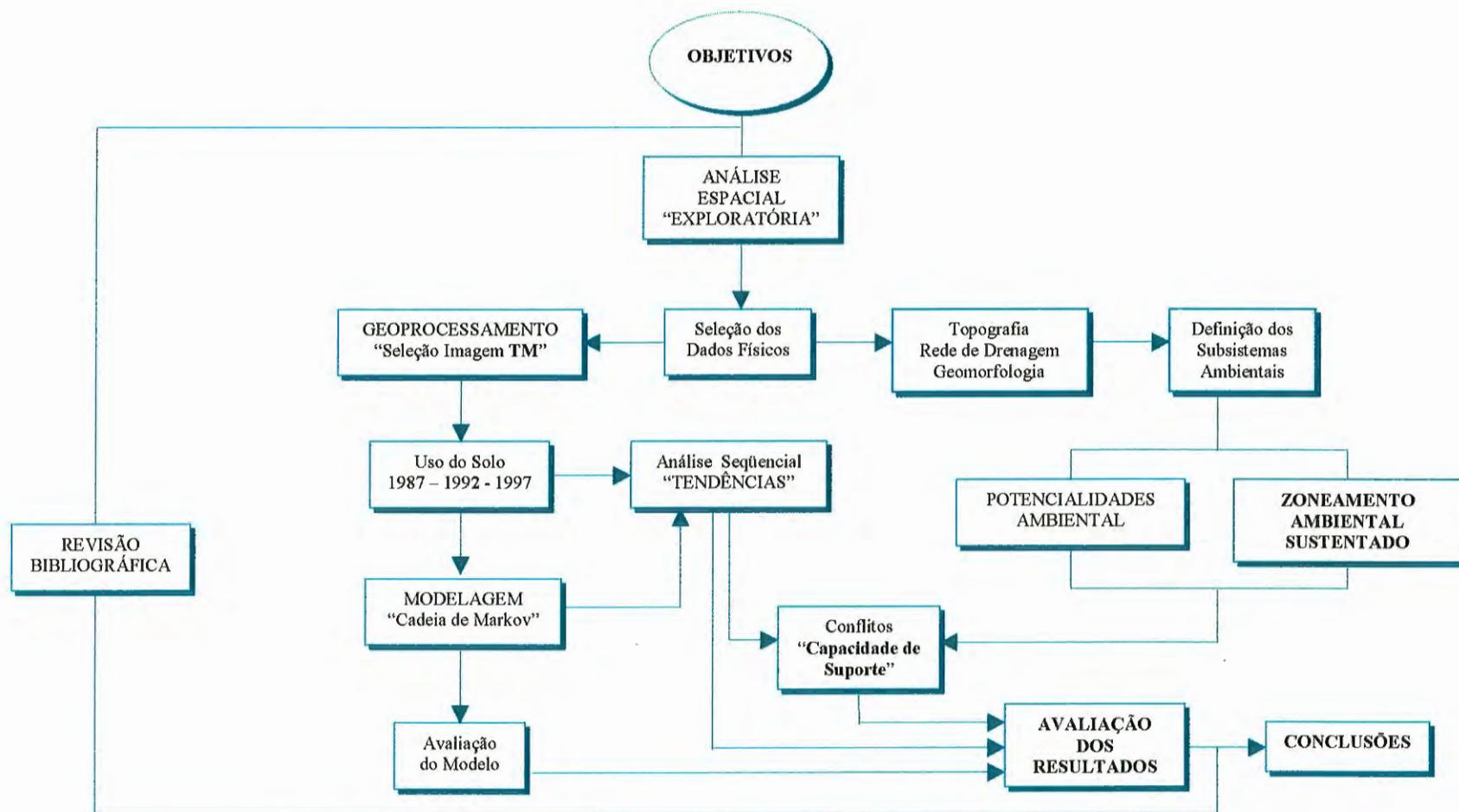


Figura 11^A - ROTEIRO METODOLÓGICO - FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES / (SEGUNDA FASE)

3.1- O PROBLEMA E A HIPÓTESE

“As cidades são como as pessoas: pertencem à espécie urbana, mas possuem personalidade própria. A resposta ao desafio urbano deve levar em consideração a singularidade das diversas configurações naturais, culturais, sociopolíticas, históricas e da tradição de cada cidade. Em vez de se buscarem soluções gerais e homogêneas, deve-se considerar a diversidade dos problemas como um valor cultural de fundamental importância.”

Ignacy Sachs.

3.1.1- Antecedentes históricos: o território

As ocupações urbanas nas cidades brasileiras ocorreram geralmente sem maiores considerações para com o meio físico, o que causou uma série de conseqüências danosas ao meio ambiente.

Inicialmente, pode-se afirmar que a intensidade e as características da urbanização, em todo mundo, geraram dois grandes problemas neste final de século: **a questão urbana e a questão ambiental.**

BUCCI et all (1991) colocam claramente essa situação, quando enfatizam resumidamente como sendo um padrão de ocupação desordenado do espaço urbano, sem preocupações de médio e longo prazo que levem em consideração a qualidade ambiental como elemento determinante para a melhoria da qualidade de vida da população.

O ritmo da urbanização, principalmente em países pobres e em desenvolvimento, tem colocado grandes desafios para a gestão ambiental de suas cidades. Nesse sentido, SOBRAL (1996) coloca-se com propriedade, quando afirma: “ ... os desafios tornam-se ainda maiores pelo fato de a riqueza estar concentrando-se cada vez mais, tanto em nível internacional quanto nacional.”

No território de Piracicaba, espaço de investigação desta tese, desenvolve-se uma ocupação singular em que o padrão de urbanização não foge à regra já estabelecida anteriormente, e por uma periferia com várias localidades dispersas e marcadas por forte segregação sócio-espacial.

No entanto, como pode ser observado, as condições urbanas regionais e sobretudo ambientais, na extensão da bacia, encontram-se desaparelhadas diante dessa nova realidade que se implantará na calha de influência do sistema Tietê-Paraná, onde na cabeceira localiza-se a região desta pesquisa.

Importa, também, estabelecer uma compreensão de como o desenvolvimento poderá se dar de forma harmônica – **economia e meio ambiente** -, “como fazer com que seus frutos beneficiem a sociedade toda e, ao mesmo tempo poupem e preservem o capital da natureza e a resiliência dos ecossistemas?” (SACHS⁴¹, 1997)

BEGOSSI⁴² (1997), destaca a importância dessa compreensão, apontando: a) “*resiliência* é a magnitude do distúrbio que pode ser absorvido antes que um sistema se modifique.”, sendo esse conceito ligado à visão contemporânea de que ecossistemas têm equilíbrio múltiplos; b) o conceito de *capital* em economia ecológica compreende capital natural, capital produzido pelo homem e capital cultural.

A busca pela tese fundamenta-se nesses pressupostos que levam à compreensão da **capacidade de suporte ambiental** que este espaço do território representa à região, apesar da complexidade analítica.

⁴¹ SACHS, I. (1997). Prefácio. In: ROMEIRO et al (1997). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas-SP, UNICAMP-IE. p. 09.

⁴² A autora destaca: “o *capital natural* inclui recursos não-renováveis, recursos renováveis e serviços ambientais (tais como o ciclo hidrológico, a assimilação de resíduos, a reciclagem de nutrientes, a polinização de cultivares); o *capital produzido pelo homem* é o capital gerado via atividade econômica, e o *capital cultural* refere-se a fatores que provêm as sociedades humanas dos meios e adaptações para que interajam e modifiquem o ambiente. O capital cultural recebe diferentes denominações, tais como: *capital adaptativo*, *capital social* e *capital institucional*.”

Porém, julga-se fundamental para o equilíbrio na conjugação desse sistema a revolução ambiental: “ecologização das mentes“ no **desenvolvimento** para a região em questão. (Edgar Morin, apud SACHS⁴³, 1997)

3.1.1.1- O Problema

- Se for possível preparar a cidade para os novos patamares de desenvolvimento econômico do século XXI, diante de uma nova ordem econômica, **qual a racionalidade, a satisfação desse direito ambiental aos níveis regional e local?**;
- Se for possível a sustentabilidade, **qual é a racionalidade desse discurso: a histórica?**;
- Se for possível a racionalidade da cidade, **qual a lógica que move o uso do espaço?**

Entretanto, todo o quadro que se atravessa não pode ser analisado sem fazer referência a um conjunto de questões que estão intrinsecamente ligadas, tais como: crise econômica, nacional, estadual e local, má gestão pública e, principalmente, reorganização do capital que se reestrutura em nível internacional.

3.1.1.2- A Hipótese

É enunciada pela tese como hipótese que uma metodologia de apoio à gestão do território, baseada no conhecimento e análise integrada dos potenciais disponíveis - **naturais e humanos** - sendo instrumentada pelas técnicas SIG e

⁴³ SACHS, I. (1997). Prefácio. In: ROMEIRO et al (1997). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas-SP, UNICAMP-IE. p. 09.

} **Sensoriamento Remoto**, poderá induzir à uma organização espaço-ambiental, dentro de alternativas que equilibrem os fatores **econômicos, políticos e sociais**.

SACHS (1986) considera que o ambiente é composto por três subgrupos: ambiente natural, ambiente criado pelo homem - tecnoestrutural - e ambiente social. Portanto, não há organização espacial por acaso, o espaço urbano é estruturado a partir de processos sociais que nele se estabelecem.

CASTELLS (1983) confirma isso com clareza, quando diz ser o espaço um produto material em relação com outros elementos materiais que entram também em relações sociais determinadas, as quais dão ao espaço uma forma, uma função, uma significação social.

KURKDJIAN (1993) vem concordar com essas considerações propondo que, no processo de planejamento urbano, é necessário, para sustentá-lo, que se estabeleça um eficiente sistema de informações relativas às instâncias econômicas, sociais, político-institucional e físico-territorial.

Partindo dessas considerações e de outras já apontadas, pode-se estabelecer a hipótese básica como segue, a qual coaduna com o pensamento de MAY & MOTTA (1994) quando afirmam que os atuais sistemas normativos para o gerenciamento ambiental com vistas à sustentabilidade, especialmente diante da incerteza a respeito dos valores e impactos a longo prazo, são inerentemente reativos, ao invés de produtivos. Induzem à confrontação legal, à confusão e à ingerência governamental, ao invés de encorajar as inovações técnicas e sociais a longo prazo; tendem a suprimi-las.

3.1.1.2.1- Hipótese básica:

- • A racionalidade entre Estado e sociedade está em mudança. E, aquela que emerge será condizente com a nova ordem ou realidade no processo de desenvolvimento urbano-regional, propiciando a

sustentabilidade ambiental do território e da organização sócio-espacial?

3.1.1.2.2- Hipóteses secundárias:

- Ser possível uma política ambiental que referenda a ação de uma integração governamental;
- Ser possível a representatividade e participação pública no processo de tomada de decisão, com vistas a dar subsídios ao planejamento;
- A diversidade e a especificidade do ambiente definem uma realidade no processo de tomada de decisão que norteiam a gestão de planejamento;
- A sustentabilidade do desenvolvimento *econômico-espacial* é a capacidade de suporte de recuperação que o ambiente tem a *si mesmo*. Portanto, isso pressupõe tomar medidas de valoração ambiental - “seguro ambiental”⁴⁴.

Para isso, deve-se controlar e reordenar o crescimento físico territorial de nossas cidades, com vistas a limitar a degradação ambiental, bem como precisar e controlar a inserção populacional na ocupação desses espaços, para garantir-lhe qualidade de vida.

Nesse aspecto, enfatiza MARTINE (1996): “a análise de redistribuição populacional mostra também que concentração e desconcentração obedecem à espacialização de atividades econômicas. Portanto, é fundamental tentar vislumbrar como esta reorganização está se processando, como vai se processar no futuro, com que conseqüências sociais e ambientais. Mais especificamente, a

⁴⁴ (PERRINGS, 1989 E 1991; COSTANZA & PERRINGS, 1990; MAY MOTTA, 1994) - sugerem como instrumento inovador de planejamento que está sendo estudado no momento. É um sistema flexível de seguro ambiental, ao sistema de mercado, e para induzir a inovações tecnológicas ambientais positivas.

questão básica agora é saber como a nova ordem mundial que está surgindo com a globalização da atividade econômica vai afetar essa dinâmica.”

São essas as indagações hipotéticas. Há, portanto, mudanças estruturais em curso face a essa nova ordem econômica. A região em estudo é, sem dúvida, o berço dessas transformações, podendo ser constituída em um paradigma se capacitada tecnologicamente a desfrutar do equilíbrio produtivo na sustentabilidade econômico-espacial, traduzindo-se em qualidade de vida urbana.

Uma tecnologia que poderia permitir alcançar mais cedo essa estabilidade dentro de um padrão mais elevado de consumo sustentável é, nas considerações da presente tese, a do sensoriamento remoto (ver figura 12). Ela é capaz de dar uma contribuição efetiva no controle, previsão e encaminhamento prático dos problemas urbano-regionais e ambientais, constituindo-se num instrumental privilegiado e eficaz para a gestão de planejamento.

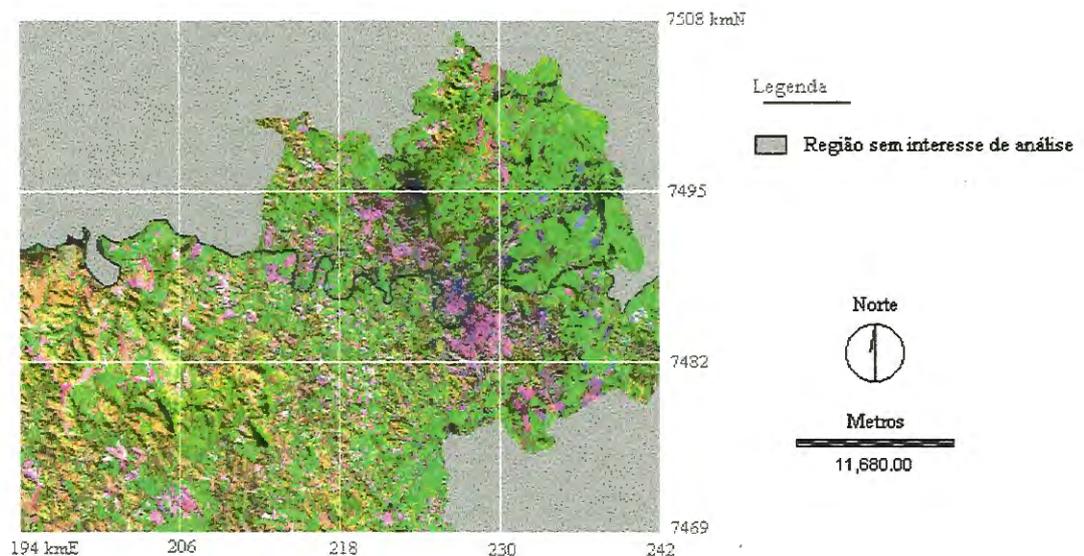


Figura 12 - COMPOSIÇÃO COLORIDA (RGB 543) – IMAGEM LANDSAT-5 DE 29/06/87, ÓRBITA 220 PONTO 076B, GEORREFERENCIADA AO SISTEMA UTM, CORRESPONDENTE AOS LIMITES DA ÁREA DE ESTUDO, MUNICÍPIO DE PIRACICABA-SP.

3.2- MATERIAIS

Para a realização da presente tese, foi necessária a aquisição dos materiais, bem como a utilização dos equipamentos que, a seguir, estão relacionados:

- Três imagens de satélite LANDSAT-5: órbita 220 ponto 76, quadrantes B e N, bandas 3,4 e 5, com datas de passagem – 29/06/87; 23/04/92 e 12/09/97. Esta última sendo do quadrante N., adquirida do INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em CD-ROM, nível de correção 5, e em formato INPE;
- Cartas planialtimétricas em escala 1:50.000, elaboradas pela “Fundação IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia”, quais sejam - folhas: SF-23-M-III-1 (São Pedro); SF-23-Y-A-IV-3-MI-2736-3 (Laras); SF-23-M-III-2 (Piracicaba) e SF-23-Y-A-IV-4 (Cativari);
- Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo SF-23-Y-A-IV (Piracicaba) na escala 1:100.000, elaborada pelo Governo do Estado de São Paulo, pelas “Secretarias: de Agricultura e Abastecimento – Instituto Agrônômico; e de Economia e Planejamento - Instituto Geográfico e Cartográfico”;
- Carta geológica de Piracicaba SF-23-M-300 na escala 1:100.000, elaborada pelo “Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo”
- *Software* de digitalização e edição vetorial – TOSCA v. 2.12 e CARTALINX v. 1.04;
- *Software* de geoprocessamento IDRISI for Windows v. 2.0;
- Mesa digitalizadora *Summagraphics Summagrid IV*, formato A1;
- Aparelho receptor GPS (*Global Positioning System*);

- Microcomputador *Pentium II – 330*, e periféricos.

3.3- MÉTODOS

O primeiro passo para a realização do presente trabalho foi estruturar a base cartográfica digital. As informações relativas às curvas de nível, infraestrutura (rede viária) e rede hidrográfica (rios) das cartas do IBGE em escala 1:50.000, foram digitalizadas em planos de informação individuais usando-se o *software* Tosca 2.12 e Cartalins 1.04 - desenvolvidos pela *Clark University*.

Continuando esse processo de estruturação do banco de dados digital, elaborou-se as informações relativas à pedologia: carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo SF-23-Y-A-IV (Piracicaba) na escala 1:100.000, e à geologia: carta geológica de Piracicaba SF-23-M-300 na escala 1:100.000.

O segundo passo constitui-se em eleger os cruzamentos dos planos de informações anteriormente descritos, formando, dessa maneira, um banco de dados digitais editados pelo sistema *idrisi*, agora em formato raster, com uma resolução de pixel de 30x30m, o que vem compatibilizar o cruzamento das informações com as imagens de satélite – resolução espacial de 30m.

Mediante esse banco de dados criado, desenvolve-se então os objetivos propostos.

3.3.1- Elaboração da carta de suscetibilidade à erosão

É colocada, por BERTONI & LOMBARDI (1993) a necessidade de se estabelecer um amplo conhecimento das susceptibilidades possíveis de resposta do solo a diversas agressões impostas pelo ambiente. Nesse sentido, afirma que a

“erosão é causada por forças ativas e passivas”, advindas de processos como: chuvas (ativas), como também pelo tipo de morfologia do terreno (passivas): declividade.

O procedimento para a elaboração dessa carta, constituiu-se da definição de uma matriz adaptada de RANIERI (1996) e feitas as considerações apontadas por BERTONI & LOMBARDI (1990) quanto à aplicação dos limites de tolerância de perdas para alguns solos do Estado de São Paulo - (quadro 09, abaixo). Entretanto, adota-se como fatores de influência: **pedologia, declividade do terreno e uso do solo**. Este último pela análise de apropriação por culturas anuais, sendo este um fator de maior influência nesse processo – a erosão do solo.

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 %
Latossolos Roxos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolos Vermelho-Escuros	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Latossolos Vermelho-Amarelos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólicos Vermelho-Amarelos	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta
Podzólicos Vermelho-Escuros	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada Latossólica	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Terra Rocha Estruturada Podzólica	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Brunizens Avermelhados	Muito Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
Podzol	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Alta
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)
BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1990)

Quanto ao desenvolvimento desse cenário no ambiente *idrisi*, utilizou-se da metodologia proposta por ALVES (1997) acrescida ao final do módulo *crosstab*, (figura 13 a seguir).

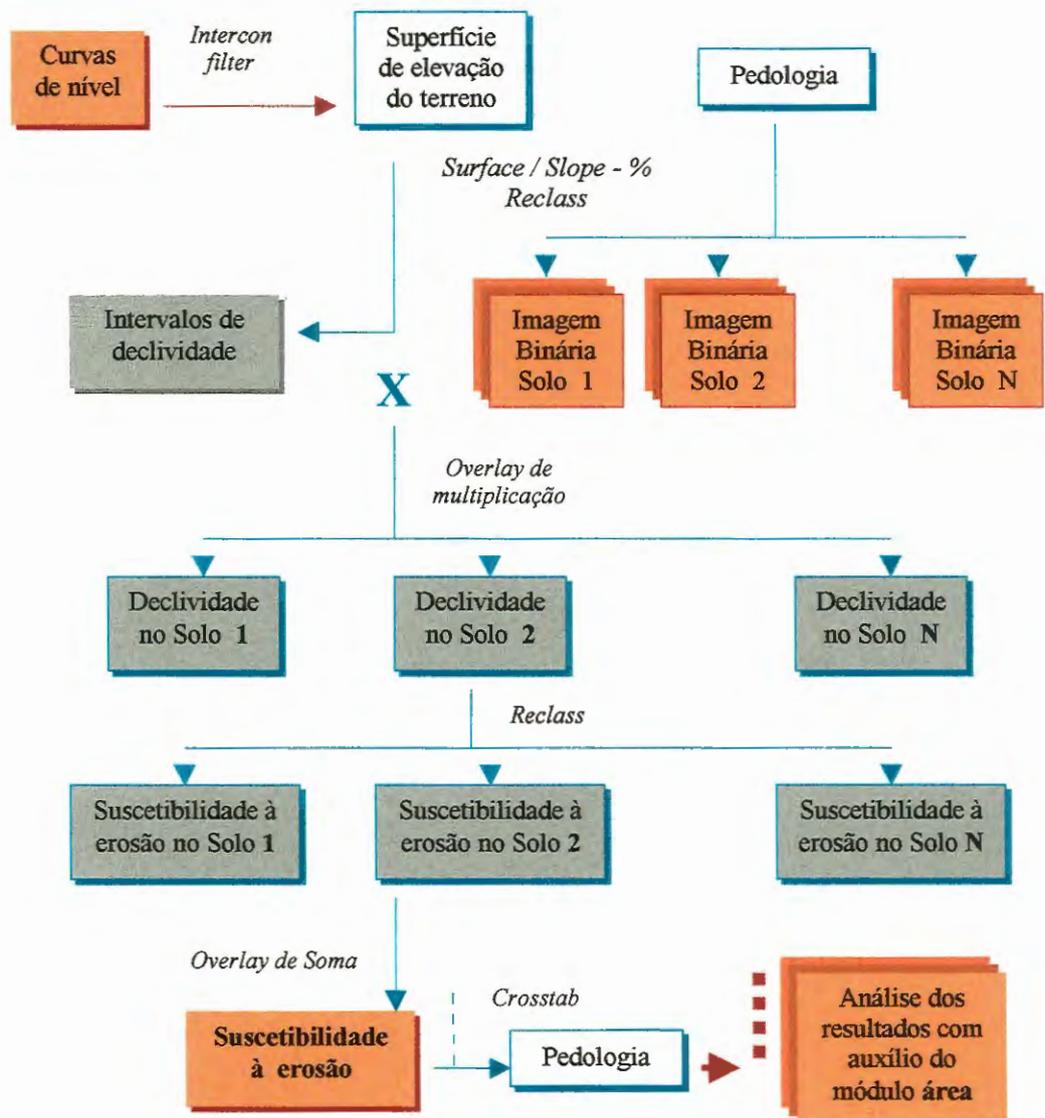


Figura 13 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO - (adaptado de ALVES, 1997)

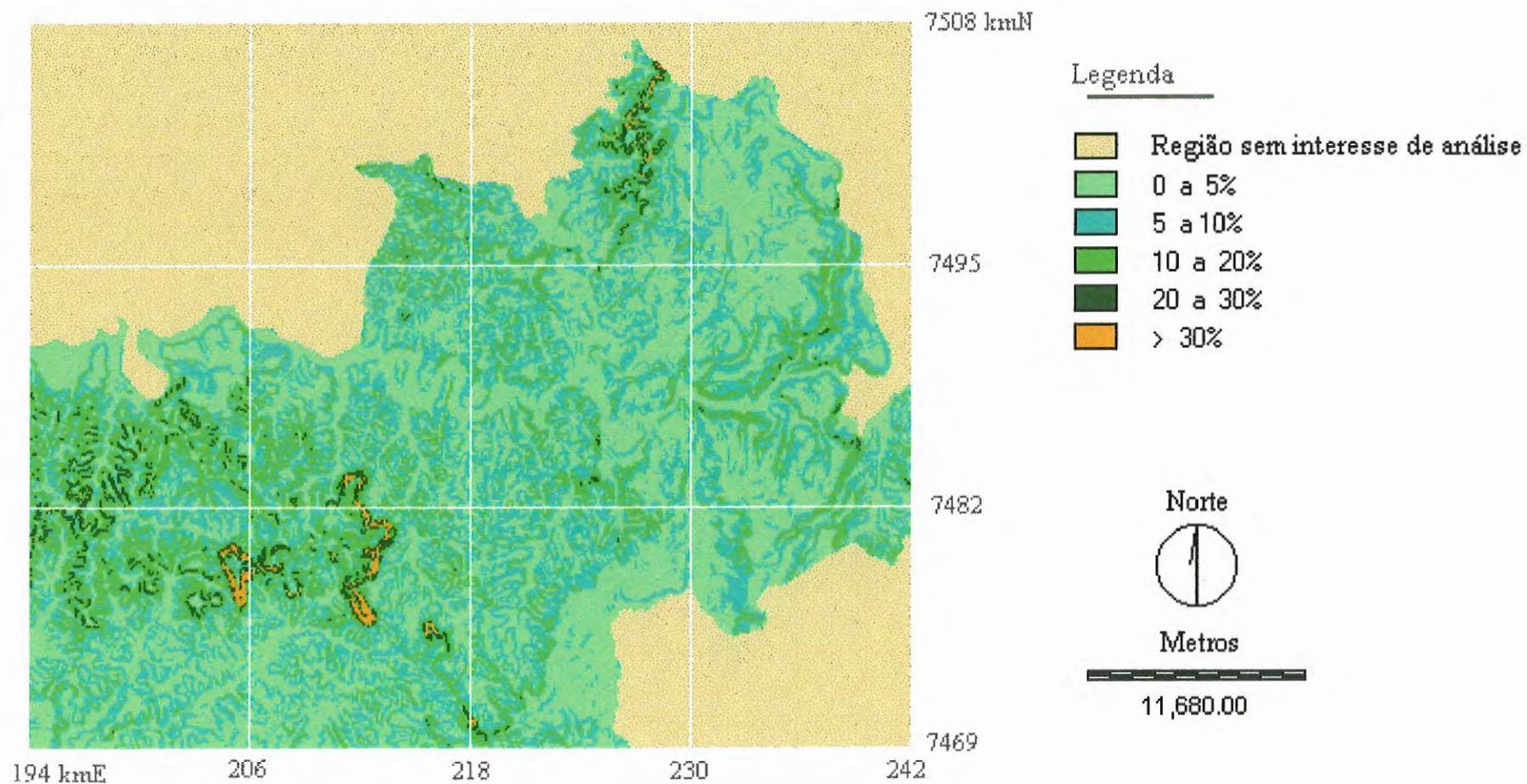


Figura 14 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA DECLIVIDADE – MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

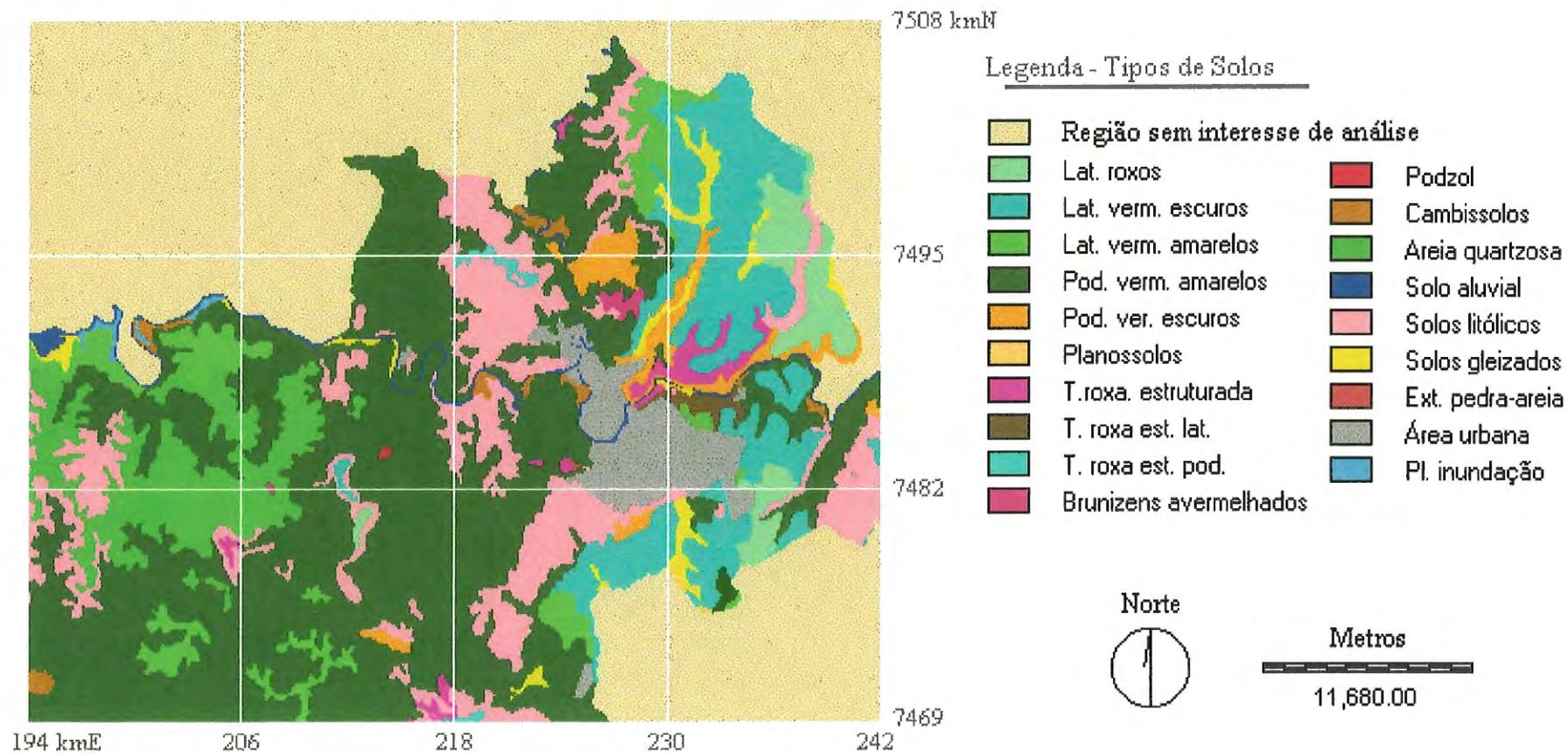


Figura 15 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA PEDOLOGIA – MUNICÍPIO DE PIRACICABA
(área objeto de estudo)

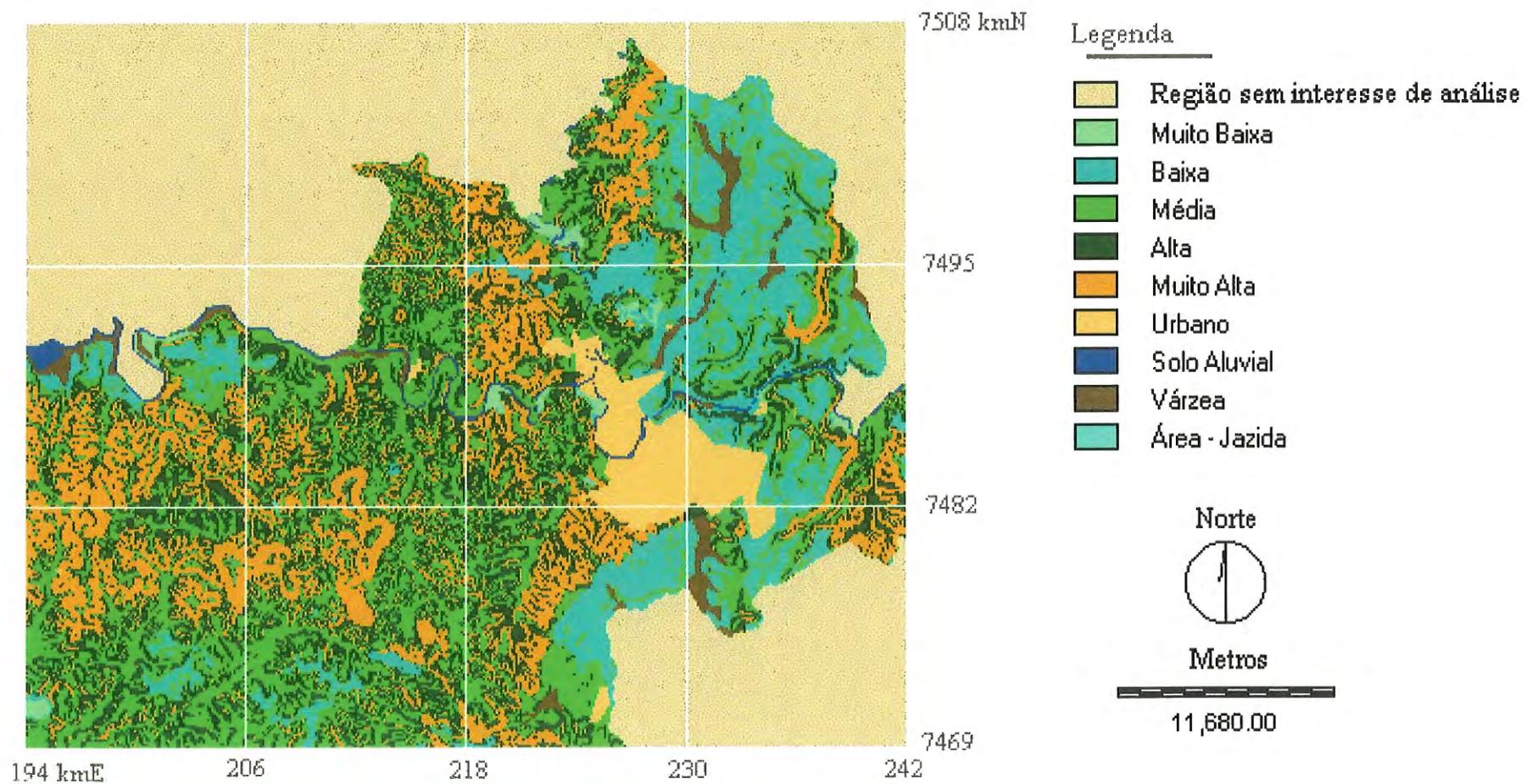


Figura 16 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO – MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

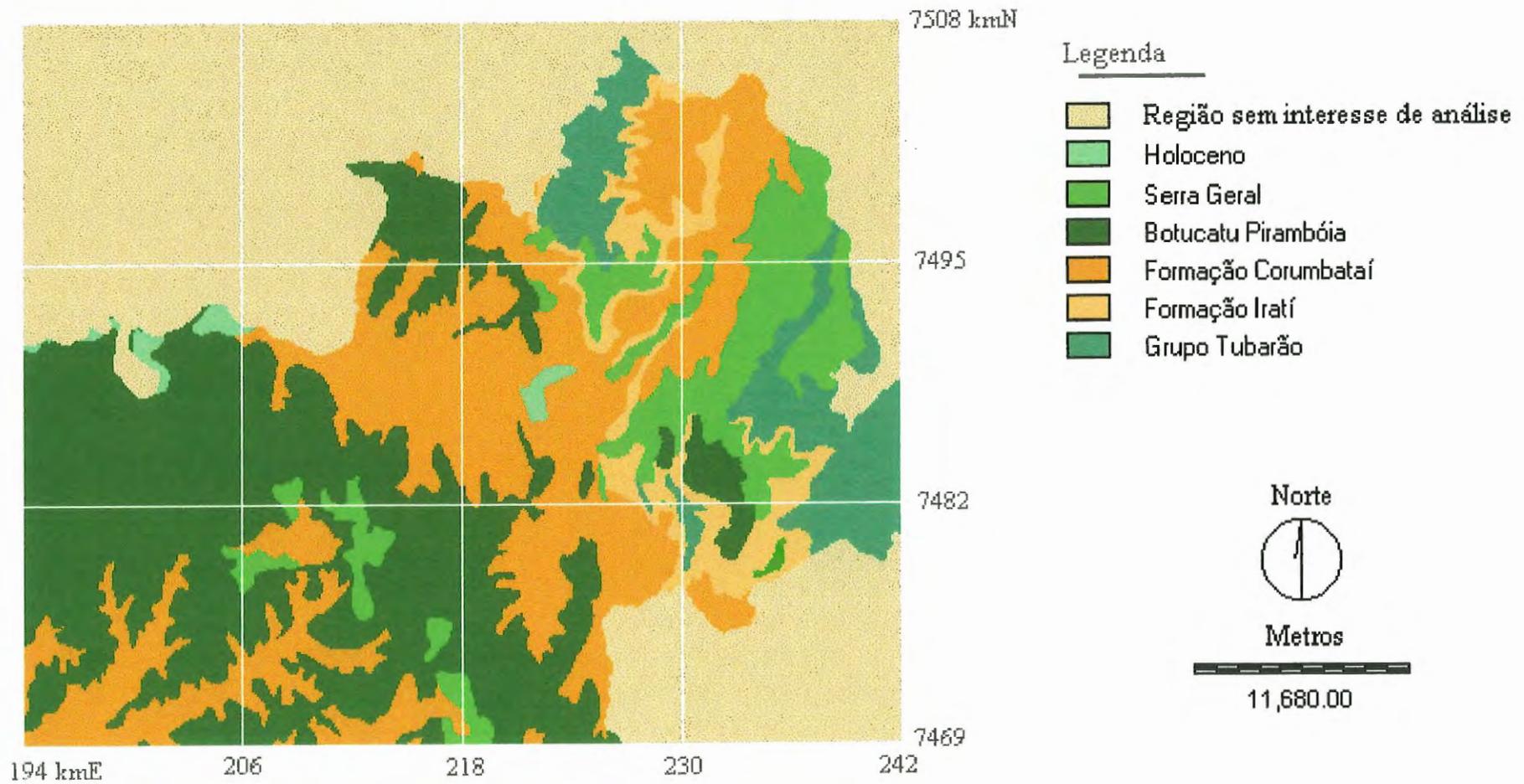


Figura 17 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA GEOLOGIA – MUNICÍPIO DE PIRACICABA
(área objeto de estudo)

3.3.2- Elaboração dos mapas de uso do solo

Para avaliar a situação do Município de Piracicaba, em termos de conflito entre uso - atual e uma prospecção⁴⁵ - faz-se necessária a elaboração de mapas de uso efetivo do solo como um todo.

Os mapas de uso do solo foram gerados através do processamento e classificação das imagens orbital LANDSAT-5 TM, envolvendo várias etapas:

- a) **Georeferenciamento das imagens** – o georeferenciamento de uma imagem consiste num conjunto de operações numéricas que modificam ou alteram sua geometria - “correção” - de maneira a ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas considerado como referência. “No Brasil, o sistema de projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator) é utilizado como padrão para mapas, sendo que nele as distâncias são corretamente representadas.” (CROSTA , 1993)

Para o georeferenciamento das imagens utilizadas nesta tese, foram empregados 10 pontos de controle, identificáveis tanto nas cartas base – sistema de coordenadas UTM – quanto nas imagens, obtendo assim 10 pares de dados. Estes foram as variáveis utilizadas no modelo de registro.

A imagem georeferenciada compreendeu, após a aplicação da máscara referente ao Município – área objeto de estudo –, uma área de 119120.13 hectares - (figuras 18, 19 e 20) -, com uma resolução de 30 metros (1600 colunas por 1300 linhas), compreendida entre as coordenadas UTM 194 e 242 km E em x, e 7469 e 7508 km N em y. O erro médio de georeferenciamento obtido foi de

⁴⁵ Prospecção aqui deve ser entendido como: possibilidade ou tendências de crescimento e desenvolvimento urbano. Avaliar estes cenários, é apontar uma quadro de sustentabilidade para um desenvolvimento harmônico com os fatores ambientais presentes neste território.

0.42 pixel. Portanto, 12,60 metros, o que, considerando-se um pixel de 30 metros, é satisfatório, pois o erro máximo aceitável é de $\frac{1}{2}$ pixel.

Foram georeferenciadas as três bandas individualmente (3, 4 e 5). A precisão do registro foi verificada sobrepondo-se à imagem georeferenciada alguns elementos das cartas como a rede hidrográfica, a qual ajustou-se adequadamente (ver figura 18).

b) **Classificação da imagem:** a classificação da imagem digital envolveu duas etapas. Uma classificação preliminar serviu para visualizar a distribuição das principais classes espectrais e orientar a definição de áreas de treinamento para a classificação definitiva. Na classificação definitiva, cada classe de uso do solo encontrada na área de estudo nas datas das imagens foi discriminada e teve sua área calculada.

Classificação preliminar: para a classificação preliminar utilizou-se de um algoritmo de classificação não supervisionada baseado em análise de agrupamento, empregando-se a rotina CLUSTER do sistema *Idrisi*. Essa rotina utiliza a técnica do pico do histograma numa análise de agrupamento sobre as bandas que originaram uma composição colorida falsa cor.

Trabalho de campo: a área de estudo foi percorrida e, em vários pontos escolhidos (verdade terrestre), foram determinadas as coordenadas geográficas através da utilização de GPS, procurando-se localizar tipos específicos de cobertura do solo.

Classificação definitiva: após a identificação dos pontos escolhidos, foi conduzida a classificação definitiva – supervisionada – utilizando-se da rotina MAXLIKE do sistema *Idrisi*. Este algoritmo avalia uma função de densidade de probabilidade multidimensional (baseada no número de bandas utilizadas) para determinar a probabilidade com que determinado pixel é atribuído a cada uma

das classes especificadas, associando-o àquela cujo valor de probabilidade calculado for maior (CROSTA, 1993).

Após a classificação, o número de classes – quadro 10 a seguir - foi reduzido mediante o agrupamento daquelas que representavam o mesmo tema em termos de cobertura do solo. A classe referente à área urbana foi a última a ser introduzida na imagem classificada, tendo ela sido delimitada através da digitalização manual – sistema Idrisi - por interpretação visual das bandas 3 e 5 com realce de contraste.

Quadro 10

CLASSES DE COBERTURA DO SOLO – CARACTERÍSTICAS
(Classificação das imagens – LANDSAT TM)

Classes	Características*
Cultura de cana	Cultura semi-perene de cana de açúcar com pequenas áreas de solo exposto e agricultura anual;
Vegetação Paludosa	Vegetação natural próxima aos cursos de água e semi-extensiva;
Vegetação Arbórea	Vegetação de porte arbórea-arbustiva em diversos níveis de intervenção antrópica, associada a reflorestamento e outros (mista);
Vegetação Nativa	Vegetação natural fechada a semi-alterada;
Solo exposto	Agricultura anual, pastagem extensiva;
Pasto	Áreas de solo exposto e de vegetação rasteira;
Água	Área de rios e pequenos lagos;
Urbano	Solo urbano ou construído, de uso residencial, comercial, serviços, industrial e complexos industriais e de transportes.

* Características adotadas conforme classificação e terminologia de GALETI (1973).

A elaboração dos mapas finais de uso e cobertura do solo (figuras 28, 29 e 30) da área objeto de estudo, após a classificação definitiva e os ajustes finais da classificação, envolveu uma série de operações no sistema Idrisi, com a finalidade de ser dado acabamento à imagem classificada e de quantificar a área ocupada pelas classes, conforme quadro 11 a seguir.

Quadro 11

CLASSES DE COBERTURA DO SOLO – ÁREA OBJETO DE ESTUDO
(Classificação das imagens – LANDSAT TM)

Classe de Cobertura	Ano – 1987		Ano - 1992		Ano – 1997	
	Áreas		Áreas		Áreas	
	ha	%	ha	%	ha	%
Cultura de cana	26595.45	22.33	34830.99	29.24	45343.62	38.07
Vegetação Paludosa	29017.71	24.36	17653.95	14.82	14584.68	12.24
Vegetação Arbórea	15221.16	12.78	9589.41	8.05	7139.25	6.00
Vegetação Nativa	12475.17	10.47	12604.23	10.58	8014.41	6.73
Solo exposto	10185.57	8.55	20210.67	16.97	16965.27	14.24
Pasto	14586.84	12.25	11707.29	9.83	14400.09	12.09
Água	4838.76	4.06	4930.38	4.14	2768.67	2.32
Urbano	6199.47	5.20	7593.21	6.37	9904.14	8.31
Total	119120.13	100	119120.13	100	119120.13	100

Nas imagens classificadas – figuras 28, 29, 30 (quarto capítulo) -, apesar de pequena confusão espectral⁴⁶ quanto à classificação da classe “mata nativa”, considera-se a realidade da área de estudo. Essas classes foram utilizadas para modelar a tendência prospectiva, com o emprego do modelo matemático “cadeia de Markov”.

⁴⁶ É explicado por CROSTA (1992), que “a resolução espectral é um conceito inerente às imagens multiespectrais de sensoriamento remoto. Ela é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda.”

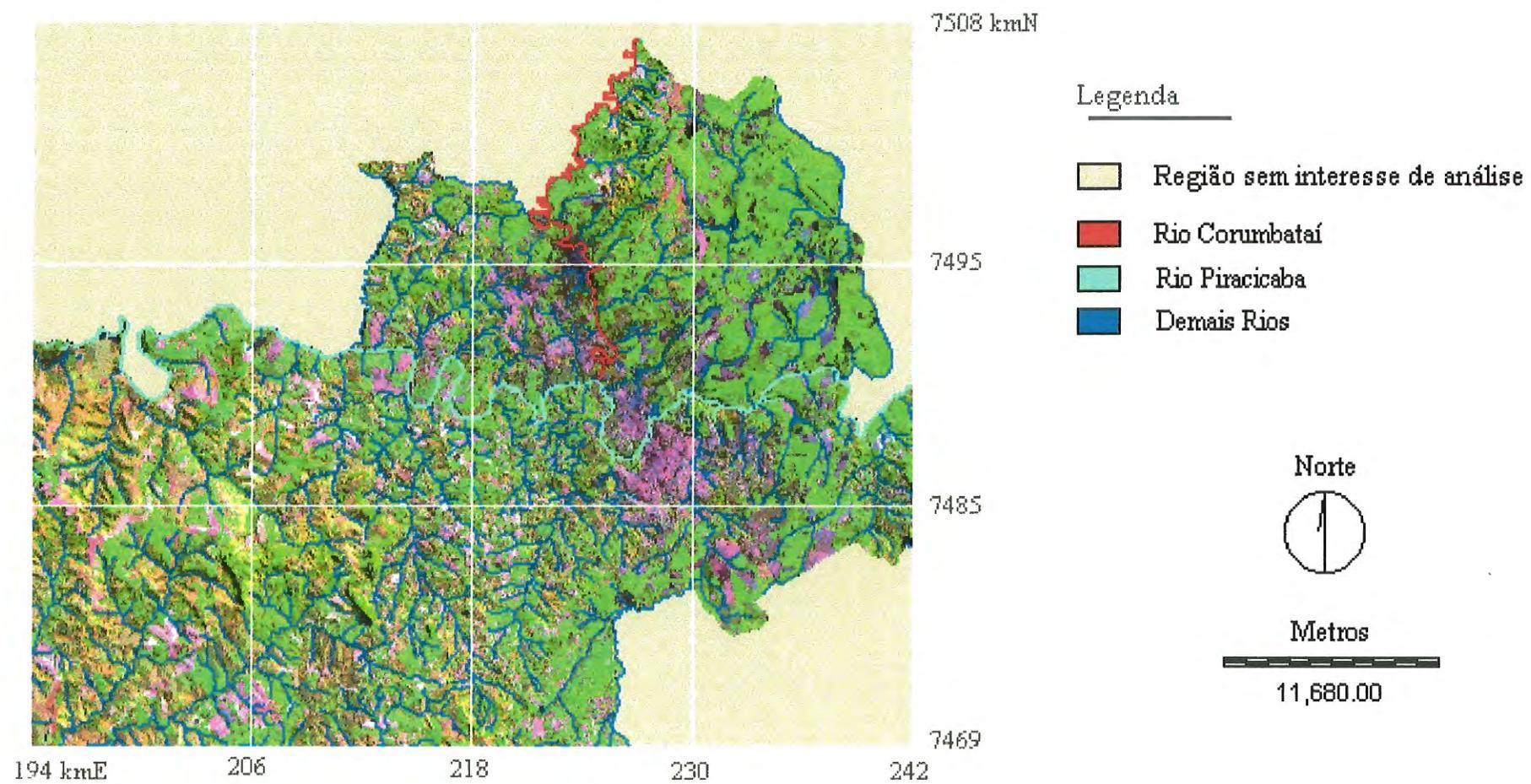


Figura 18 - COMPOSIÇÃO COLORIDA (FALSA COR) - RGB 543 / ANO 1987 – REDE DE DRENAGEM / MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

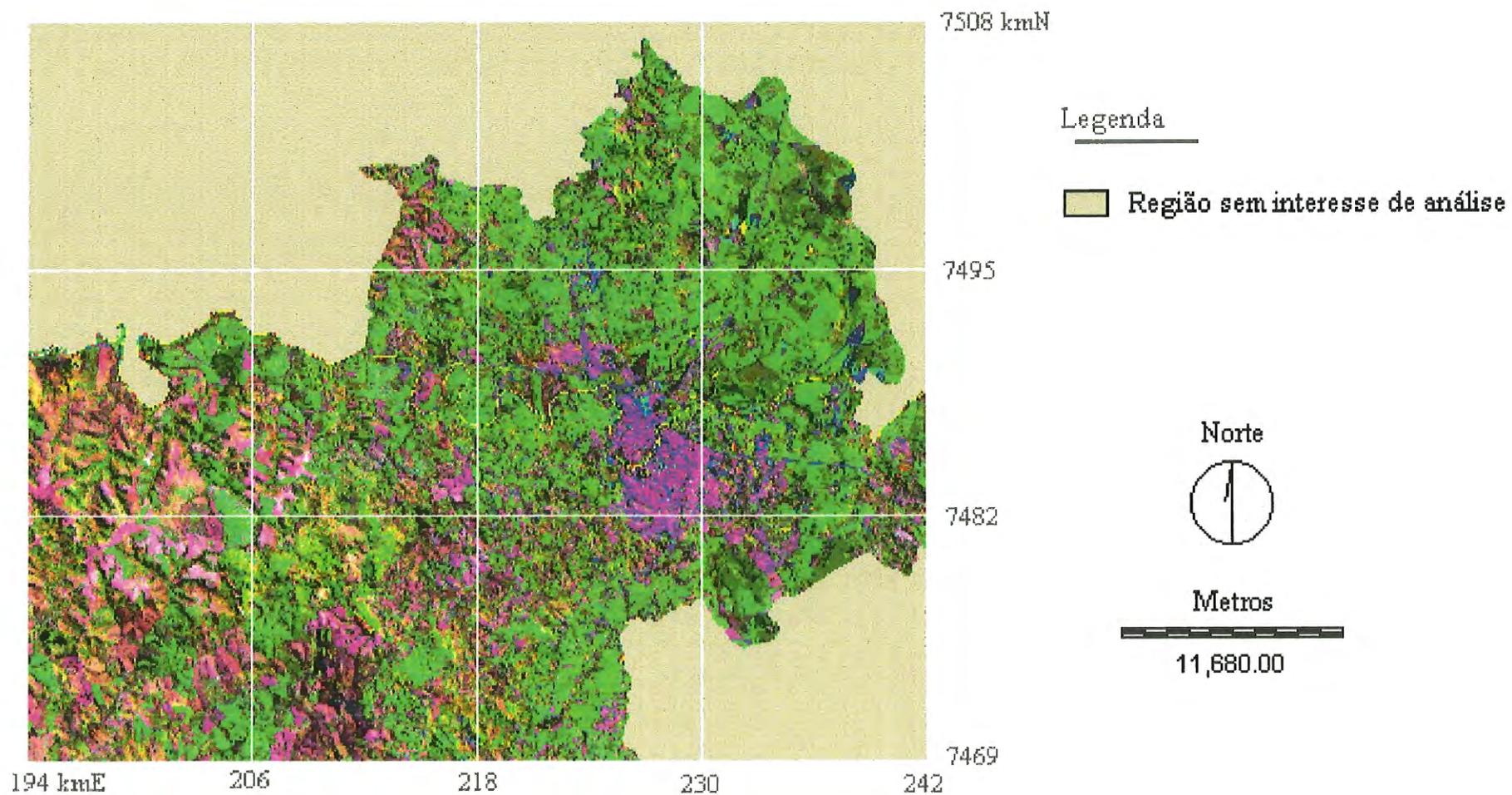


Figura 19 - COMPOSIÇÃO COLORIDA (FALSA COR) - RGB 543 / ANO 1992 - MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

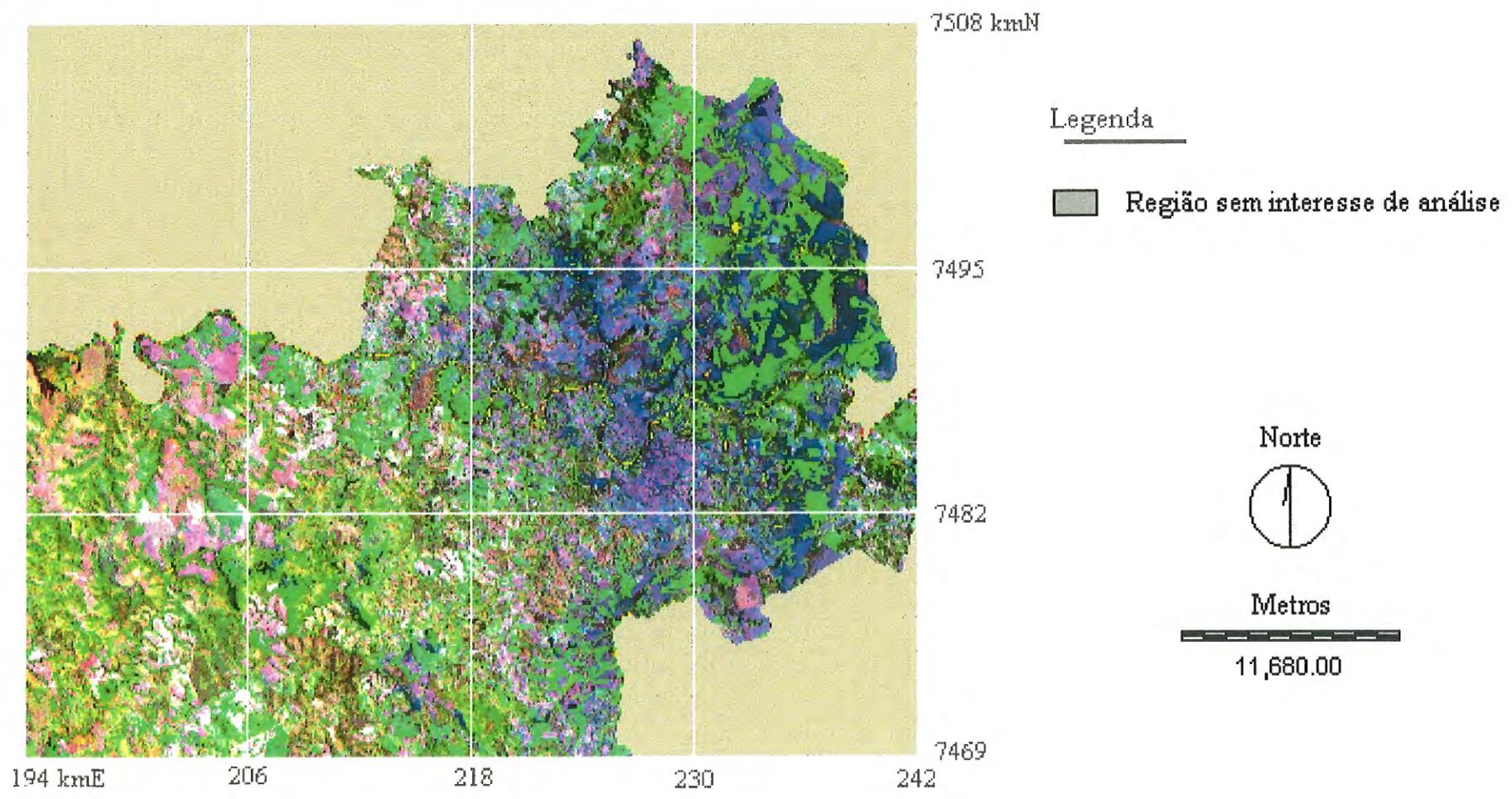


Figura 20 - COMPOSIÇÃO COLORIDA (FALSA COR) - RGB 543 / ANO 1997 - MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

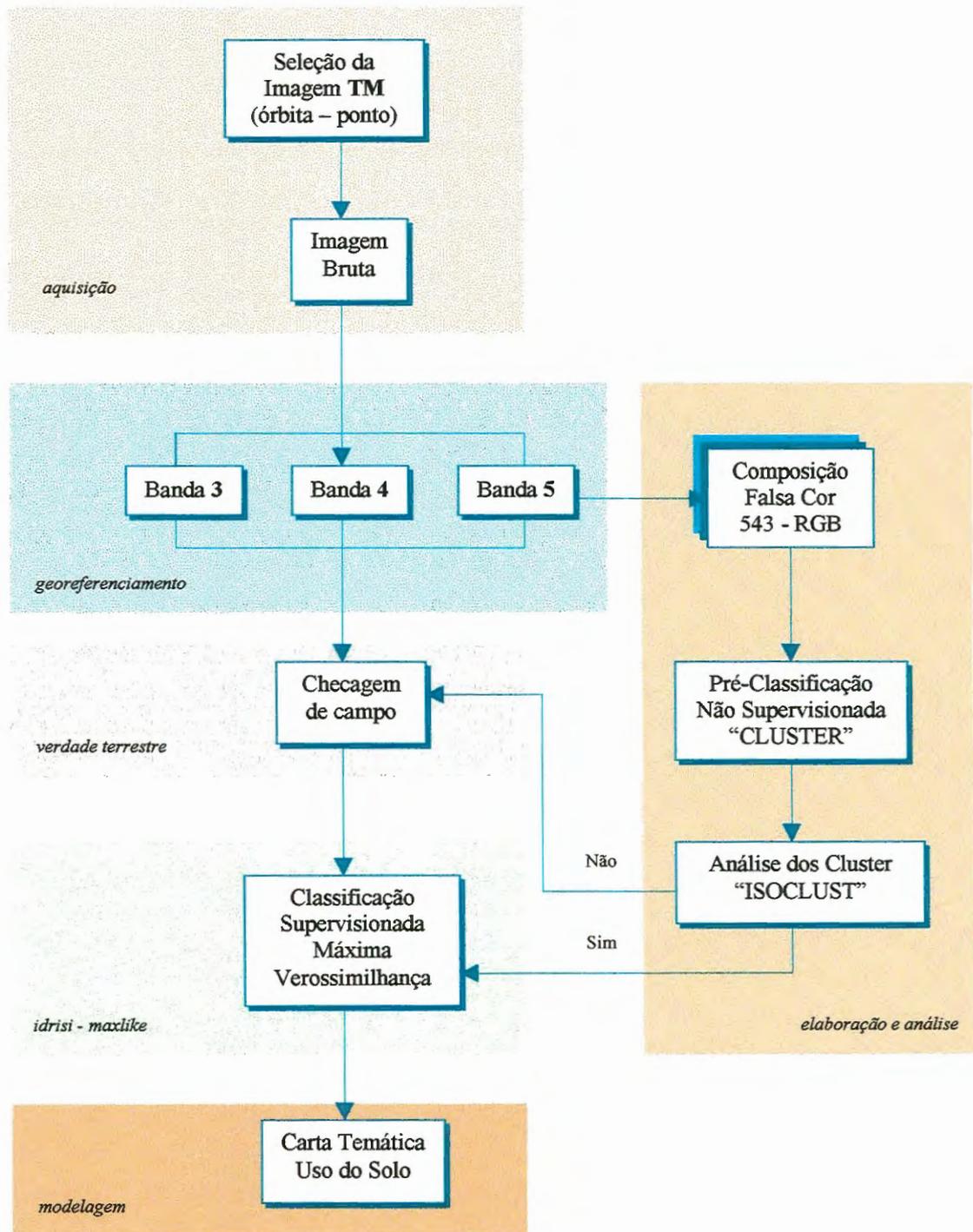


Figura 21 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NA GERAÇÃO DO MAPA DE USO DO SOLO



3.3.3- A estrutura urbana: aplicação da cadeia de Markov

Para sintetizar o sistema urbano, ou seja, as possibilidades de crescimento e vetor de expansão dessa estrutura, assim estabelecendo o grau de conhecimento sobre as partes e as interações ambientais entre esses elementos, busca-se aplicar a cadeia de Markov na presente tese.

Assim sendo, opta-se por uma divisão da área objeto de estudo em quadrantes, ou seja: quadrante NW; quadrante NE; quadrante SW e quadrante SE; para que se possa estabelecer os vetores de crescimento. A figura a seguir ilustra esse procedimento.

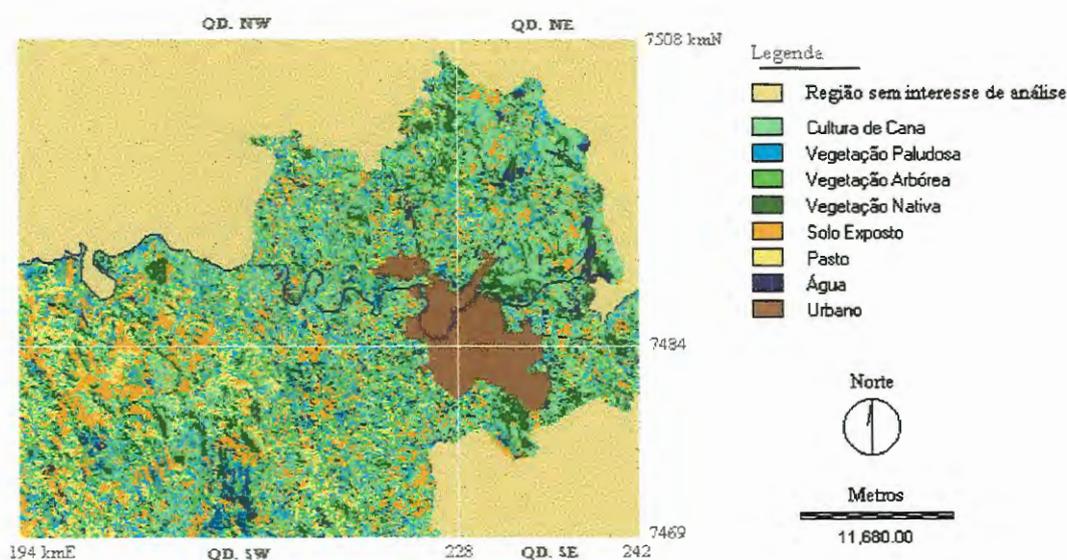


Figura 22 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA DIVISÃO DOS QUADRANTES (uso do solo em 1992 – área objeto de estudo)

Outro fator que se julga importante é o de verificar-se o grau de confiabilidade do modelo em estudos urbanos e regionais. Quanto a isso, procedeu-se a checagem através das imagens de satélites, como mostra o fluxograma da metodologia – figura 23 a seguir - adotado para o desenvolvimento desta etapa.

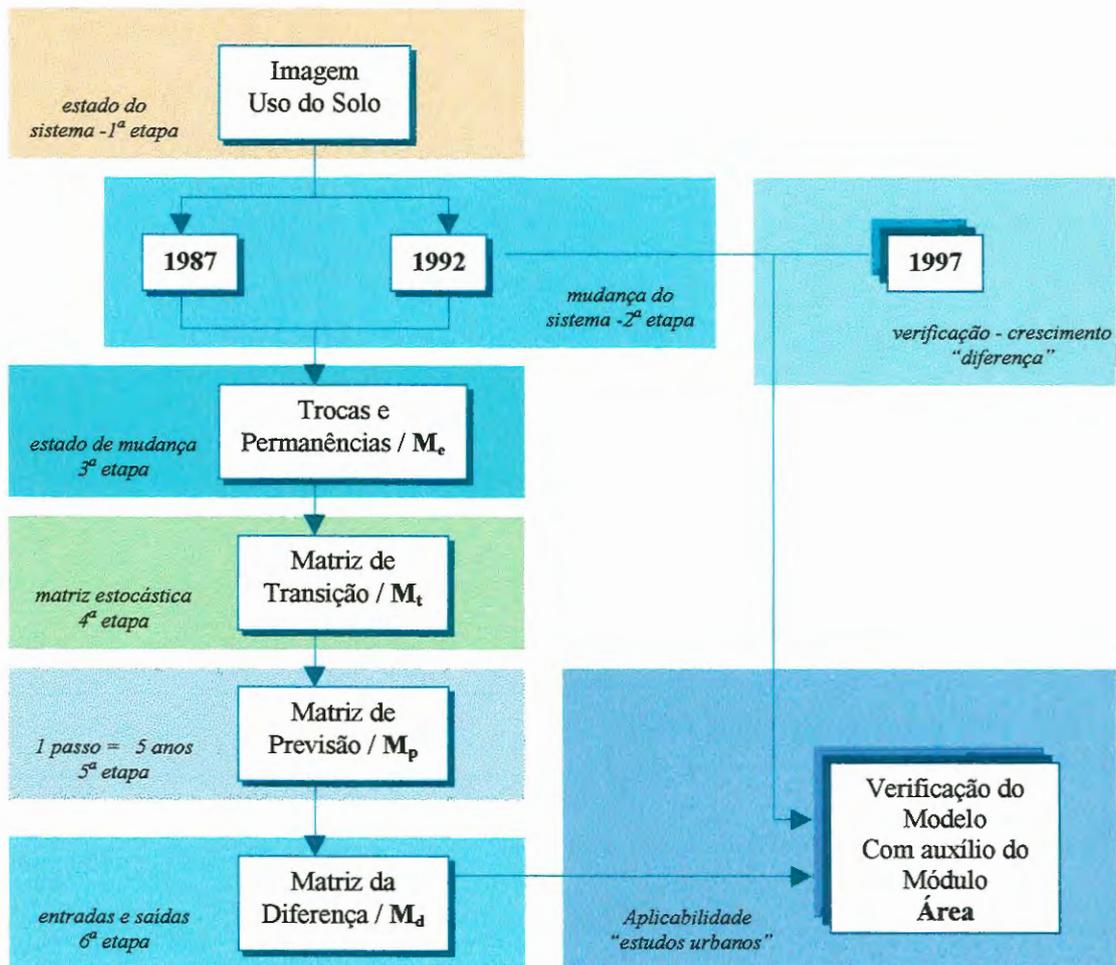


Figura 23 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NA PROSPECÇÃO DE CRESCIMENTO URBANO - CADEIA DE MARKOV

Um ambiente informatizado, composto de computador e equipamentos adequados à entrada dos dados e prospectando a saída das informações, constitui-se no principal instrumento de tomada de decisão, dentro dos procedimentos ora apontados.

Nesse sentido, o software *idrisi* desempenha uma importante interface com o modelo “cadeia de Markov”. Seus módulos, “*Crosstab*” e “*Área*”, permitem agilização à concretização dos objetivos. Isso vem permitir que a estrutura básica de uma metodologia de apoio ao planejamento – ambiental e

urbano – instrumentada pelas tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento, agilizem o processo de planejamento do território.

Portanto, o método prevê as etapas já apontadas no fluxograma, que seguem detalhadas.

a) **Estado do sistema:** definido pela classificação das imagens de satélites, uso do solo - 1987;1992 e 1997 – assim especificados:

- Cana de Açúcar = C_a
- Vegetação Paludosa = V_p
- Vegetação Arbórea = V_a
- Vegetação Nativa = V_n
- Campo Limpo = C_l
- Pasto = P
- Água = A
- Urbano = U

b) **Mudança do sistema:** com base nas imagens de uso do solo - 1987 e 1992 - verifica-se individualmente o número de células. Essa etapa é realizada pelo módulo *área* do sistema idrisi, especificada em números de células. Cada estado tem suas células identificadas e quantificadas

No mapa de 1987 tem-se:

295505 células de C_a
322419 células de V_p
169124 células de V_a
138613 células de V_n
113173 células de C_l
162076 células de P
53764 células de A
68883 células de U

No mapa de 1992 tem-se:

- 387011 células de C_a
- 196155 células de V_p
- 106549 células de V_a
- 140047 células de V_n
- 224563 células de C_l
- 130081 células de P
- 54782 células de A
- 84369 células de U

c) **Estado de mudança:** verifica-se a mudança - trocas ou permanências - de cada estado, com o auxílio do módulo *crostab* do sistema *Idrisi*. Essa rotina permite identificar os números de células que permaneceram ou modificaram – de 1987 para 1992. Desta feita formula-se a matriz M_e a seguir:

Quadro 12
MATRIZ M_e - TROCAS E PERMANÊNCIAS

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	129479	39752	16762	27885	59466	9340	10860	1961
	Do	V_p	99512	65840	34714	27827	46758	29493	13818
Solo	V_a	33003	37231	25451	8192	28707	25214	7177	4149
	V_n	45456	12616	6929	53941	8589	5028	5041	1013
-	C_l	38451	16550	7369	10017	29023	5212	4430	2121
	P	26945	18228	12100	2977	45987	53782	1414	643
1987	A	14101	5884	3199	9116	5979	1996	11746	1743
	U	64	54	25	92	54	16	296	68282

Portanto, a matriz M_e representa a mudança ou permanência de cada estado – uso do solo – observadas para área objeto de estudo, entre o período de 1987 e 1992, referente à imagem como um todo e não fragmentada por quadrante. Essa rotina será adotada nas análises de prospecção.

- d) **Matriz estocástica:** chamada de matriz de transição. Para obtenção dessa transição, divide-se cada estado - linha da matriz - pela somatória da linha dessa matriz. Assim sendo, tem-se a matriz M_t .
A matriz de transição foi formulada a partir dos dados gerados pelo módulo *crossstab* do software *Idrisi*. Após, esses dados foram exportados para uma planilha de cálculo elaborada no *microsoft Excel*.

Quadro 13
MATRIZ M_t - TRANSIÇÃO

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.4482	0.1345	0.0567	0.0944	0.2012	0.0316	0.0368	0.0066
	V_p	0.3086	0.2042	0.1077	0.0863	0.1450	0.0915	0.0429	0.0138
9	V_a	0.1951	0.2201	0.1505	0.0484	0.1697	0.1491	0.0424	0.0245
	V_n	0.3279	0.0910	0.0500	0.3891	0.0620	0.0363	0.0364	0.0073
8	C_l	0.3398	0.1462	0.0651	0.0885	0.2564	0.0461	0.0391	0.0187
	P	0.1662	0.1125	0.0747	0.0184	0.2837	0.3318	0.0087	0.0040
7	A	0.2623	0.1094	0.0595	0.1696	0.1112	0.0371	0.2185	0.0324
	U	0.0009	0.0008	0.0013	0.0013	0.0008	0.0002	0.0043	0.9913

- e) **Um passo :** chamado de matriz de previsão M_p . Para obtenção dessa matriz, eleva-se a matriz de transição M_t ao quadrado. Assim sendo, tem-se a previsão para o ano de 1997. Essa etapa refere-se a um passo na cadeia de Markov – diferença entre as imagens do solo usadas – que é de 5 anos.

Quadro 14
MATRIZ M_p - PREVISÃO

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.3677	0.1458	0.0708	0.1180	0.1898	0.0595	0.0443	0.0185
	V_p	0.3264	0.1510	0.0788	0.1074	0.1832	0.0863	0.0437	0.0263
9	V_a	0.2942	0.1550	0.0846	0.0885	0.1903	0.1094	0.0421	0.0378
	V_n	0.3490	0.1262	0.0643	0.2050	0.1420	0.0565	0.0430	0.0172
8	C_l	0.3442	0.1449	0.0717	0.1125	0.1893	0.0656	0.0438	0.0313
	P	0.2836	0.1432	0.0775	0.0689	0.2314	0.1508	0.0307	0.0155
7	A	0.3198	0.1305	0.0671	0.1507	0.1526	0.0589	0.0756	0.0474
	U	0.0035	0.0019	0.0010	0.0028	0.0020	0.0007	0.0054	0.9829

- f) **Entradas e saídas:** essa etapa é entendida como a matriz das diferenças, que aponta as classes que tendem a perder área (sinal negativo) e as classes que tendem a ganhar área (sinal positivo). Entretanto, o somatório das entradas aponta com clareza o crescimento do estado para esse passo.

Quadro 15

MATRIZ M_d - DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO E A MATRIZ DE TRANSIÇÃO

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
1	C_a	-0.0805	0.0113	0.0141	0.0236	-0.0114	0.0279	0.0075	0.0119
	V_p	0.0178	-0.0532	-0.0289	0.0211	0.0382	-0.0052	0.0008	0.0152
9	V_a	0.0991	-0.0651	-0.0659	0.0401	0.0206	-0.0397	-0.0003	0.0133
	V_n	0.0211	0.0352	0.0143	-0.1841	0.08	0.0202	0.0066	0.0099
8	C_i	0.0044	-0.0013	0.0066	0.024	-0.0671	0.0195	0.0047	0.0126
	P	0.1174	0.0307	0.0028	0.0505	-0.0523	-0.181	0.022	0.0115
7	A	0.0575	0.0211	0.0076	-0.0189	0.0415	0.0218	-0.1429	0.015
	U	0.0026	0.0011	0.0006	0.0015	0.0012	0.0005	0.0011	-0.0084

A metodologia apresentada - tão completa quanto possível - é colocada com certo cuidado. Porém, acredita-se, resgata com propriedade uma das funções da modelagem - o desafio na implementação da gestão do território.

Nesse sentido, faz-se necessário resgatar o que foi dito por CHRISTOFOLETTI (1999) - "a modelagem pode ser considerada como um instrumento entre os procedimentos metodológicos da pesquisa científica." De forma que o conjunto resultante desta investigação possa dar condição ao equilíbrio harmônico e à produtividade do ambiente.

3.3.4- A construção do cenário - indução de desenvolvimento: zoneamento ambiental sustentado

Na busca de compreensão da espacialidade do território, que possa levar à uma caracterização da adequabilidade de futuras expansões urbanas – **zoneamento ambiental sustentado** – é importante priorizar elementos que possam efetivamente dar sustentabilidade a esse processo, na tomada de decisão quanto ao parcelamento desejável à área objeto desta tese.

Nesse sentido, a Lei Federal 6766, de 19 de dezembro de 1979 – Lei Lehmann – viria dispor sobre o parcelamento do solo “urbano”, apesar de não legislar sobre o parcelamento do solo rural.

Em seu parágrafo único do artigo 1º, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal, adequando-o às peculiaridades regionais e locais.

Sendo assim, faz-se necessário o uso deste instrumento – Lei Lehmann – como elemento definidor das áreas possíveis de expansão urbana.

MACHADO (1992) coloca com clareza essa necessidade, apesar da afirmação: “ainda que o zoneamento não constitua, por si só, a solução de todos os problemas ambientais”, quando enfatiza que o zoneamento consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou interdita-se, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades.

Portanto, estabelece-se critérios e fatores restritivos de indução a este cenário – **zonamento ambiental sustentado** – de forma a abranger as possibilidades de equilíbrio ambiental, ou seja, a suscetibilidade natural do ambiente, promovendo assim o resgate da qualidade de vida urbana local e regional.

Através desses critérios, busca-se, também, resgatar o que preceituava o III PND (II PBDCT – 1980/1985), que estabelecia como metas – “aperfeiçoar e

acelerar o zoneamento econômico-ecológico” e “identificar áreas que devem ser preservadas como reservas naturais, perpetuando seu potencial genético”⁴⁷

No que tange aos fatores de indução, poderão ser apontadas as áreas de expansão através do conhecimento que se tem da região objeto desta tese, como um dos elementos definidores na caracterização desta distribuição espacial, ou cenário.

Definem-se, então, através da **pedologia**, da **declividade** e do **uso do solo**, os fatores restritivos a esse cenário, que possibilitam a ocorrência de erosão. Assim, quanto maior for essa ocorrência, maior será o grau de restrição.

Outros fatores restritivos foram: a) o de mapear área de recarga de aquífero. Para isso, procedeu-se o cruzamento da informações de **pedologia** com as de **geologia**; no caso, indica-se como sendo área de **relevância ambiental**. b) o de demarcar as áreas de preservação permanente juntos aos corpos d’água. Com isso, tem-se as áreas impróprias à ocupação – processo de urbanização – inclusive as de uso com atividades industriais.

Dadas as características dos mapas usados para o desenvolvimento desta etapa - escala - salienta-se que, mesmo sendo preceituado na Lei 6766/79 quanto a necessidade de se prever as áreas possíveis de inundações, o que se busca com esse método é poder ter uma visão ampla da região. Com isso, acredita-se serem necessários estudos detalhados com mapas mais precisos em escalas menores.

Entretanto, apesar do indicativo da possibilidade de expansão urbana sem restrições junto à área de **relevância ambiental** (ver figura 25), julga-se de imediato, ser este um espaço de ocorrência de inundações.

⁴⁷ Ver MACHADO (1992), (op. cit.). p. 94

Isso posto, pode-se dar uma nova classificação a esta parte do espaço, o que é contemplado pelo art. 13, I da mencionada Lei Lehmann – “áreas de preservação ecológica”, que segundo os ensinamentos de MACHADO (1992), podem abranger como sendo áreas de interesse especial.

Para agrupar todos esses dados já apontados, estabelece-se o quadro a seguir, para implementação dos procedimentos à geração desta carta. A metodologia adotada para esta etapa, está contida na figura 24. Para tal, foram utilizados vários recursos dentre os módulos existentes no software *Idrisi*.

Quadro 16
CARACTERIZAÇÃO TEMÁTICA - ZONEAMENTO QUANTO
À INDUÇÃO DE CRESCIMENTO URBANO

Mapa Temático	Classificação	Identificação	Características Processo de Urbanização
Rede de Drenagem	Área de Preservação Permanente (Código Florestal)	1	Área proibida à ocupação
Declividade	0 a 10% - (Lei Lehmann)	2	Área sem restrições à ocupação
	10 a 20% - (Lei Lehmann)	3	Área com restrições médias a elevada à ocupação
	20 a 30% - (Lei Lehmann)	4	Área com restrições severas à ocupação
	> 30% - (Lei Lehmann)	6	Área proibida à ocupação
Suscetibilidade à Erosão	Muito Baixa a Baixa	2	Área sem restrições à ocupação
	Baixa a Média	3	Área com restrições médias a elevada à ocupação
	Média a Alta	4	Área com restrições severas à ocupação
Pedologia	Alta a Muito Alta	6	Área proibida à ocupação
	Areia Quartzosa	5	Área de Relevância Ambiental. Exame especial - ocupação urbana definida por “plano diretor ambiental”; Área proibida à ocupação industrial
Geologia	Formação Botucatu – Pirambóia	5	Área de Relevância Ambiental. Exame especial - ocupação urbana definida por “plano diretor ambiental”; Área proibida à ocupação industrial

No cenário final, conforme mostra a figura 25, as áreas circundadas são aquelas apontadas anteriormente. Apesar da metodologia adotada demonstrar essa ocupação, opta-se por alterar o uso, devido ao conhecimento que se tem da fragilidade e importância para a biodiversidade do local.

Como apontado anteriormente, este é o desafio: o conhecimento das características do território, o que vem contribuir para a descoberta das vocações, e ou, potencialidades lá disponíveis para que, em confronto com a real ocupação que se possa dar ao espaço, possam fornecer elementos para propostas coerentes, sólidas e equilibradas.

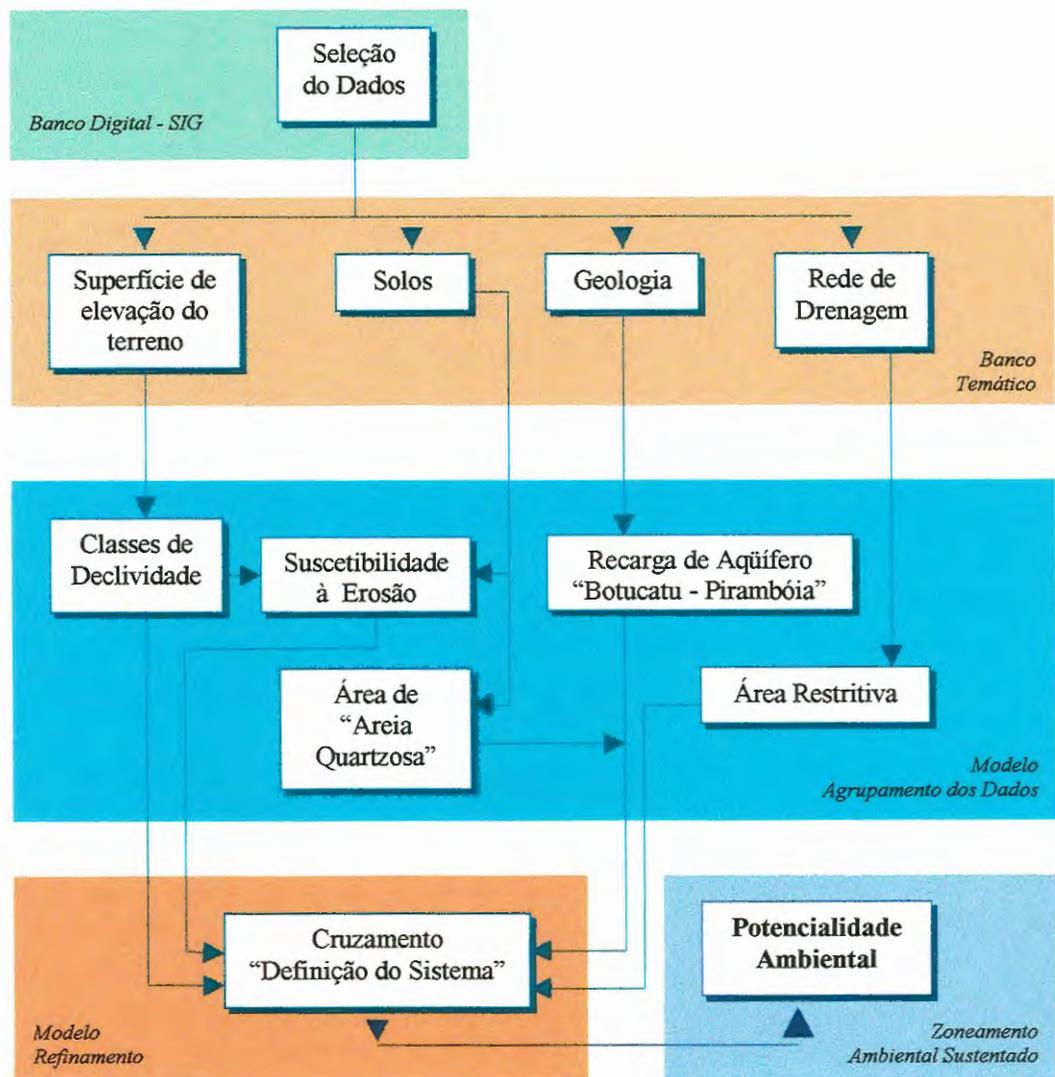


Figura 24 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA ADOTADA NA ELABORAÇÃO DA CARTA "ZONEAMENTO AMBIENTAL SUSTENTADO"

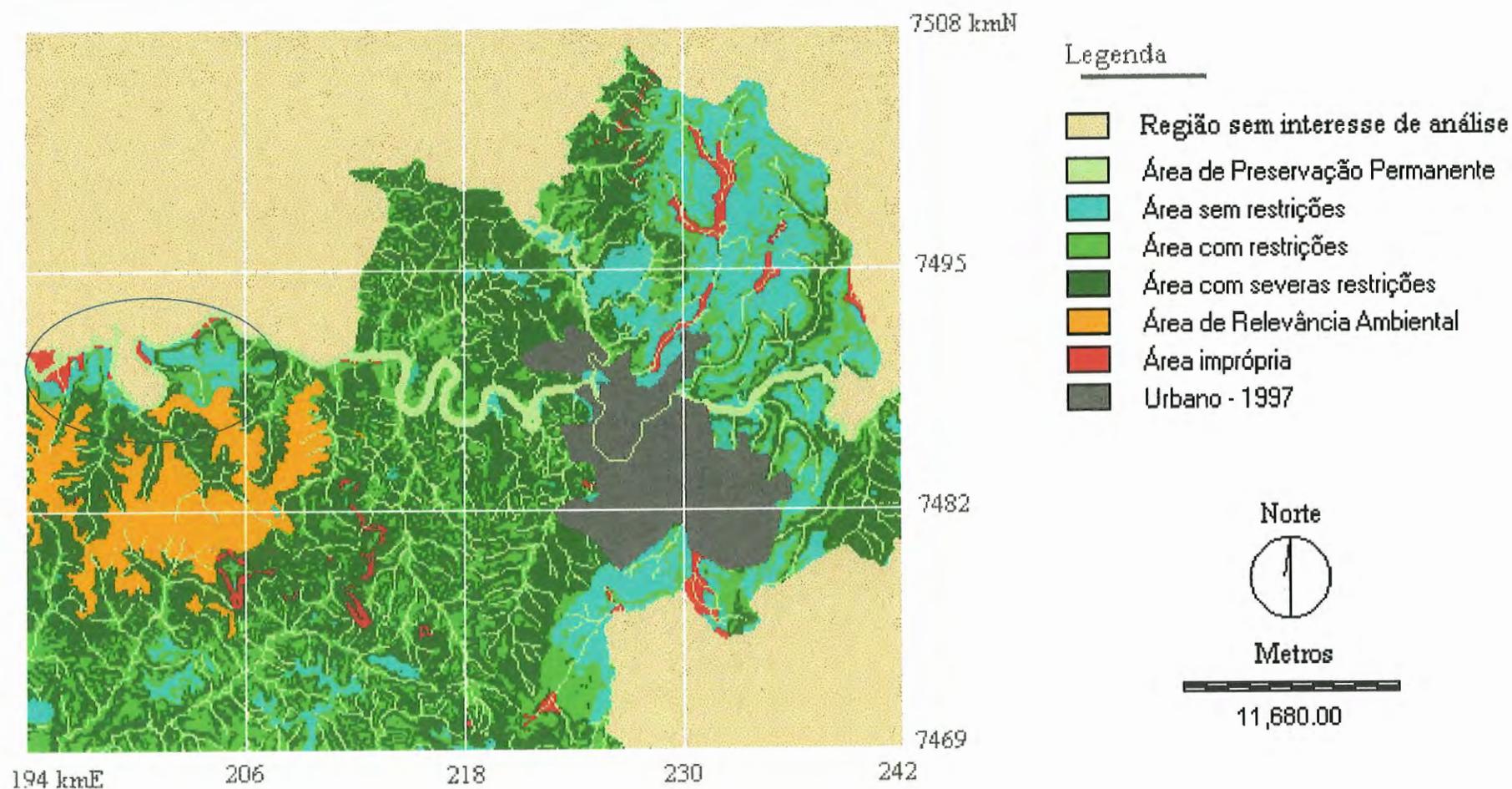


Figura 25 - IMAGEM REPRESENTATIVA: **ZONEAMENTO AMBIENTAL SUSTENTADO**
(INDUÇÃO DE CRESCIMENTO URBANO)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Somos governados pelos vivos, tanto quanto pelos mortos. Carregamos as cicatrizes dos que passaram, tanto quanto os que virão carregarão as conseqüências das nossas caminhadas pelas trilhas que escolhermos. Dividimos o planeta não apenas com os que nele presentemente transitam: somos parte de uma história que herdamos, nossas pegadas serão herança dos que nos seguirão.”

Liszt Vieira

4.1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

No percurso da presente tese, pode considerar-se uma discussão ampla sobre a investigação das condições ambientais e urbanas presentes em nossas cidades. Porém, ao se buscar, um referencial que possa apontar a **racionalidade** e a **dinâmica** das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica que se vive - da área objeto de estudo -, especificamente por este capítulo, referencia-se primeiro à alusão do pensamento de SMOLKA (1996), quando aponta:

“A cidade não representa apenas um palco privilegiado para a tragédia ambiental. Mais do que oferecer um cenário favorável ela é parte essencial do enredo, quando não a própria trama. Com efeito, não há como separar os problemas ambientais mais aflitivos destes tempos (pós) - modernos, dos processos de urbanização em geral, e da estruturação intra-urbana em particular. Essa associação estrutural é materializada tanto pela pressão sobre o meio ambiente natural para a sustentação do modo de vida urbana, quanto pela natureza mesma dos ambientes criados, reconhecido como cidade.”

Nesta visão ou abordagem - a **urbanização** é um dos fenômenos mais complexos que gera mudanças - a busca desse entendimento na estruturação do espaço e da sociedade é referenciado por SOUZA (1988) quando aponta: “ela implica não só em uma revolução na organização do espaço físico como também do próprio corpo social, da maneira de ser e de viver do homem e da sociedade.”

De fato, essa constatação evidencia a influência que é exercida pela metrópole - função de comando - na estruturação de espaços polarizados. Essa dinâmica é também, explicitada por ROCHEFORT (1998) quando destaca: “as cidades se distribuem em função da organização geral do sistema socioeconômico no espaço nacional.”, e afirma:

*“As funções metropolitanas de hoje acarretam pois uma vasta reorganização dos espaços urbanos e suburbanos: novas articulações se produzem entre os subespaços, que se estendem agora à escala de uma verdadeira **região urbana**: novas disparidades socioespaciais se desenvolvem. Da capacidade das metrópoles de hoje para ordenar essas evoluções e evitar suas contradições maiores dependerão suas possibilidades de permanecer como as metrópoles de amanhã.” [grifos nossos]*

Diante desse contexto é que se busca, neste capítulo, criar uma visão sinóptica da estrutura territorial que se configura, bem como, o resgate dessa influência exercida, pela análise das questões ambientais - na dinâmica regional presente nesse território.

Articula ainda, uma ampla modelagem⁴⁸ dos fatores ambientais presentes nessa área, visando compreender a dinâmica desse ecossistema, bem como a

⁴⁸ **Modelar**, segundo definição de FERREIRA (1986), quer dizer – “Fazer o modelo de, representar por meio de modelo. Assinalar os contornos de, ajustar-se a; contornar (...) reproduzir exatamente os contornos ou relevo de. Tomar-se por modelo. **Modelo** – “Conjunto de hipóteses sobre a estrutura ou comportamento de um sistema físico pelo qual procuram explicar ou prever, dentro de uma teoria científica, as propriedades do sistema.”

confecção de uma carta - **zoneamento ambiental** -, capaz de induzir ou designar formas de ocupações ambientalmente sustentáveis da região.

Esse aspecto é ressaltado por PARIKB et all (1994), quando discorrem sobre os padrões de consumo e a força propulsora do esgotamento ambiental, afirmando: "... padrões atuais de desenvolvimento apresentam sérios riscos para o ecossistema global. (...) o desejo insaciável de ter cada vez mais conforto material por parte dos economicamente afluentes conduz, também, a graves tensões sobre o meio ambiente. (...) sobrecarregam a capacidade de suporte da terra, no presente e no futuro."

Daí a importância e relevância desta tese, quando busca referenciar cenários possíveis para o desenvolvimento dessa região, proporcionando um resgate à qualidade de vida urbana e do enfrentamento político da questão ambiental.

Portanto, para que se pudesse alcançar estes resultados, fez-se necessário um longo percurso no uso da informática, bem como no levantamento de dados. Aliou-se a isso todo instrumental: Sensoriamento Remoto, SIG – Sistema de Informação Geográfica e Modelagem Matemática – “Cadeia de Markov”, os quais possibilitaram a realização de cenários - modelagem – propondo, desse modo uma metodologia de análise temporal e espacial do ambiente estudado. Esses passos serão apresentados a seguir.

4.2- **PROCESSO DE OCUPAÇÃO – ANÁLISE ESPACIAL E MODELAMENTO**

4.2.1- **O meio físico: a dinâmica espaço-ambiental - suscetibilidade à erosão**

A terra dispõe de riquezas que representam o real patrimônio da humanidade. O mundo moderno está a exigir, em decorrência de um acelerado ritmo do crescimento populacional, uma demanda por matérias primas, o que vem impor a ocupação de grandes espaços geográficos – território – e a utilização de seus recursos naturais.

MONTEIRO (1998) resgata com propriedade histórica o resultado desse “construto urbano” e aponta, também, a ordem de clareza desta fenomenologia. “Se eles se avolumam nas grandes cidades e culminam nas megalópoles de hoje, o fenômeno urbano pressupõe uma rede que se hierarquiza pelo espaço de modos os mais variados.”

“Se grandes cidades do passado remoto – Antigüidade – desapareceram ou deixaram leves traços a aguçar a astúcia dos arqueólogos, muitas delas têm uma impressionante permanência tempo-espacial. Délhi, na Índia, na qual se superpõem onze configurações através dos tempos, talvez seja um recorde. Roma, Paris, Londres, Moscou oferecem riqueza de problemas de arqueologia urbana. Nas civilizações pré-hispânicas das cordilheiras americanas, o México oferece o melhor exemplo de superposição de ‘culturas’ urbanas. Nelas todas e em outros muitos exemplos possíveis, há uma imensa riqueza de material esclarecedor sobre a invenção humana ao implantar-se, coletiva e concentradamente, sobre um dado contexto natural que lhes serviu de ‘sítio’.”

No processo de ocupação do espaço pelo homem, a erosão é um dos maiores problemas causados ao solo. Outros fatores que também intervêm neste processo são: as ações superficiais - retirada da vegetação e a exposição dos solos - ocasionadas pelas águas ou pelos ventos, levando a um processo de erosividade.

A erosão pode ser considerada como a principal causadora da degradação ambiental. Esse efeito reduz a capacidade produtiva dos solos, cujas superfícies contêm camadas que são ricas em matéria orgânica e nutrientes.

A análise da suscetibilidade à erosão assume, portanto, enquanto um dos passivos ambientais neste trabalho, uma preocupação de manter um padrão ou qualidade projetiva das ações do planejamento, admitindo-se: “o probabilístico, o subjetivo, o aproximativo”⁴⁹ na busca de novas oportunidades de vida na espacialização da morada ou do habitar do homem.

A metodologia empregada na geração desta carta – **suscetibilidade à erosão** – é a elaborada por ALVES (1997), conforme figura 13, apresentada no decorrer do capítulo 3: **metodologia**, conforme fluxograma dos procedimentos.

Essa autora ainda chama a atenção, quando enfatiza que “medidas proativas podem ser estabelecidas para o controle da qualidade [ambiental] ameaçada pela erosão do solo, dentre elas, a identificação de áreas sensíveis ao desenvolvimento de processo erosivo”, e que “os processos de planejamento da localização de atividades antrópicas devem levar em consideração a análise da suscetibilidade à erosão (...), buscando evitar a intensificação de processos erosivos em áreas sensíveis.”

Entretanto, como é sabido, os solos em função de seus parâmetros geológicos e geotécnicos - origem, granulometria, morfologia geográfica, apresentam diferentes resistências à erosão.

Baseado em RANIERI (1996) e em BERTONI & LOMBARDI (1990), agregou-se uma matriz de decisão como suporte metodológico na obtenção desta carta: **suscetibilidade à erosão** da região em estudo - (ver quadro 08 – capítulo 3: **metodologia**).

⁴⁹ Termos usados por MONTEIRO (1998), quando fala da possível esperança para o futuro da cidade.

→ As informações que se pode extrair das imagens: **declividade** e **erosão** (ver figura 26) serão de grande utilidade para ordenar uma tomada de decisão - ação do planejamento - na confecção da carta: **zoneamento ambiental sustentado** da região de estudo, citado anteriormente.

Esse procedimento poderá subsidiar o planejamento e o ordenamento da ocupação territorial, contribuindo para a manutenção da qualidade de vida e da qualidade ambiental.

Nesse sentido, pode-se resgatar a percepção e conscientização dos níveis de degradação crescente da vida e a sua veloz desumanização com relação ao ambiente natural.

Volvendo os olhos para o passado, pode-se ter a dimensão dessa percepção – a erosão geológica – que tanto desgastou e acinzentou a superfície da terra desde tempos imemoriais, constituindo um dos processos naturais imprescindíveis para a formação da paisagem, tal como a conhecemos hoje. A erosão natural é um indício do estado normal dessa paisagem. O processo é contínuo, mas tão lento que são necessários enormes períodos de tempo para que dele advenham alterações apreciáveis nos grandes traços do relevo terrestre (STERNBERG⁵⁰, s/d).

Portanto, o resultado obtido, conforme é demonstrado espacialmente pela figura 16 - “**suscetibilidade à erosão da região de estudo**” apresentada no capítulo 3 (**metodologia**), bem como pelo quadro 16 (mais adiante), pode ser assim distribuído em áreas (absolutas e relativas):

- **muito baixa** suscetibilidade – 1002.51 ha, representando 0.84% da região estudada;

⁵⁰ STERNBERG, H. O. (s/d). *Manual de conservação do solo*. Washington D. C., Publicação TC-284. / A obra, inédita em inglês, foi compilada pelo serviço de conservação do solo, SECRETARIA DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA /

- **baixa** suscetibilidade – 17613.90 ha, representando 14.79%;
- **média** suscetibilidade – 32731.38 ha, representando 27.48%;
- **alta** suscetibilidade – 32336.37 ha, representando 27,15%;
- **muito alta** suscetibilidade – 26143.83 ha, representando 21.95%;

A distribuição dessas suscetibilidades - valores absolutos e relativos - por tipo de solo ao longo do Município vai se dar conforme demonstrado no quadro 17 (mais adiante).

4.2.1.1- Mapas: pedológico e declividade

A região objeto desta tese apresenta em sua estrutura **pedológica** - figura 15 (apresentada no capítulo 3: **metodologia**) - as principais e grandes classes de solos que ocorrem no Brasil. FLORES (1995) aponta essas classes e seus potenciais de utilização.

A verificação da morfologia do solo, aqui entendida como sendo a composição entre **pedologia** e **declividade**, assume extrema importância, uma vez que através dela poder-se-á reproduzir as áreas possíveis de indução à urbanização, com as respectivas características indicativas na carta “**zoneamento ambiental sustentado**”.

O resultado quanto às áreas das unidades de mapeamento – **tipo de solo; declividade** e a **quantificação** - pode ser avaliado conforme mostra as figuras: 14 e 15 “**imagem representativa da declividade – município de Piracicaba**” (área objeto de estudo), e a “**imagem representativa da pedologia – município de Piracicaba**” (área objeto de estudo), apresentadas no *capítulo 3 metodologia*, e pelos quadros 17 e 18 - a seguir.

Quadro 17

**QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DA IMAGEM DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO**
(por tipo de solo)

Tipos de solos	Área total (ha)	Áreas		Grau - suscetibilidade a erosão
		ha	%	
Latosolos roxos	3682.44	1773.54	48.16	Baixa
		1398.42	37.98	Média
		477.54	12.97	Alta
		32.94	0.89	Muito Alta
Latosolos vermelho-escuros	12963.06	8540.37	65.88	Baixa
		3769.38	29.08	Média
		610.83	4.71	Alta
		42.48	0.33	Muito Alta
Latosolos vermelho-amarelos	5751.45	3586.05	62.35	Baixa
		1817.55	31.60	Média
		337.23	5.86	Alta
		10.62	0.19	Muito Alta
Podzólicos vermelho-amarelos	54578.43	22874.67	41.91	Média
		21429.18	39.26	Alta
		10274.58	18.83	Muito Alta
Podzólicos vermelho-escuros	2978.46	2607.84	87.56	Baixa
		358.20	12.03	Alta
		12.42	0.41	Muito Alta
Terra roxa estruturada	1389.96	270.06	19.43	Baixa
		554.40	39.89	Média
		538.11	38.71	Alta
		27.36	1.97	Muito Alta
Terra roxa estruturada latossólica	490.68	291.41	59.59	Baixa
		195.21	39.78	Alta
		3.06	0.63	Muito Alta
Terra roxa estruturada podzólica	359.91	278.19	77.29	Baixa
		81.54	22.66	Alta
		0.18	0.05	Muito Alta
Brunizens avermelhados	292.23	155.79	53.31	Muito Baixa
		136.44	46.69	Baixa
Podzol	41.85	33.12	79.14	Baixa
		8.73	20.86	Alta
				Muito Alta
Combissolos	944.10	846.72	89.69	Muito Baixa
		95.85	10.15	Baixa
		1.53	0.16	Média
Areia quartzosa	8835.21	2315.43	26.21	Média
		3695.76	41.83	Alta
		2824.02	31.96	Muito Alta
Solos litólicos	17520.21	4604.04	26.28	Alta
		12916.17	73.72	Muito Alta

Quadro 18

**QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DA IMAGEM DE DECLIVIDADE**
(por tipo de solo)

Tipos de solos	Área total (ha)	Intervalo de declividade	Áreas	
			ha	%
Latosolos roxos	3682.44	0 a 5%	1773.54	48.16
		5 a 10%	1398.42	37.98
		10 a 20%	477.54	12.97
		20 a 30%	23.94	0.69
		> 30%	9.00	0.20

segue

continuação

Tipos de solos	Área total (ha)	Intervalo de declividade	Áreas	
			ha	%
Latosolos vermelho-escuros	12963.06	0 a 5%	8540.37	65.88
		5 a 10%	3769.38	29.07
		10 a 20%	610.83	4.71
		20 a 30%	22.05	0.18
		> 30%	20.43	0.16
Latosolos vermelho-amarelos	5751.45	0 a 5%	3586.05	62.35
		5 a 10%	1817.55	31.60
		10 a 20%	337.23	5.86
		20 a 30%	10.26	0.18
		> 30%	0.36	0.01
Podzólicos vermelho-amarelos	54578.43	0 a 5%	22874.67	41.91
		5 a 10%	21429.18	39.26
		10 a 20%	9526.59	17.45
		20 a 30%	696.51	1.28
		> 30%	51.48	0.10
Podzólicos vermelho-escuros	2978.46	0 a 5%	1448.55	48.63
		5 a 10%	1159.29	38.92
		10 a 20%	358.20	12.03
		20 a 30%	12.42	0.42
		> 30%	---	---
Terra roxa estruturada	1389.96	0 a 5%	270.09	19.43
		5 a 10%	554.40	39.89
		10 a 20%	538.11	38.71
		20 a 30%	19.62	1.41
		> 30%	7.74	0.56
Terra roxa estruturada latossólica	490.68	0 a 5%	126.36	25.75
		5 a 10%	166.05	33.84
		10 a 20%	195.21	39.78
		20 a 30%	3.06	0.63
		> 30%	---	---
Terra roxa estruturada podzólica	359.91	0 a 5%	147.78	41.06
		5 a 10%	130.41	36.23
		10 a 20%	81.54	22.66
		20 a 30%	0.18	0.05
		> 30%	---	---
Brunizens avermelhados	292.23	0 a 5%	155.79	53.31
		5 a 10%	121.32	41.52
		10 a 20%	15.12	5.17
		20 a 30%	---	---
		> 30%	---	---
Podzol	41.85	0 a 5%	11.25	26.88
		5 a 10%	21.87	52.26
		10 a 20%	8.73	20.86
		20 a 30%	---	---
		> 30%	---	---
Combissolos	944.10	0 a 5%	846.72	89.69
		5 a 10%	67.14	7.11
		10 a 20%	28.71	3.04
		20 a 30%	1.53	0.16
		> 30%	---	---
Areia quartzosa	8835.21	0 a 5%	2315.43	25.21
		5 a 10%	3695.76	41.83
		10 a 20%	2610.00	29.55
		20 a 30%	207.36	2.35
		> 30%	6.66	1.06
Solos litólicos	17520.21	0 a 5%	4604.04	26.28
		5 a 10%	6569.10	37.49
		10 a 20%	4543.83	25.93
		20 a 30%	1272.69	7.26
		> 30%	530.55	3.04

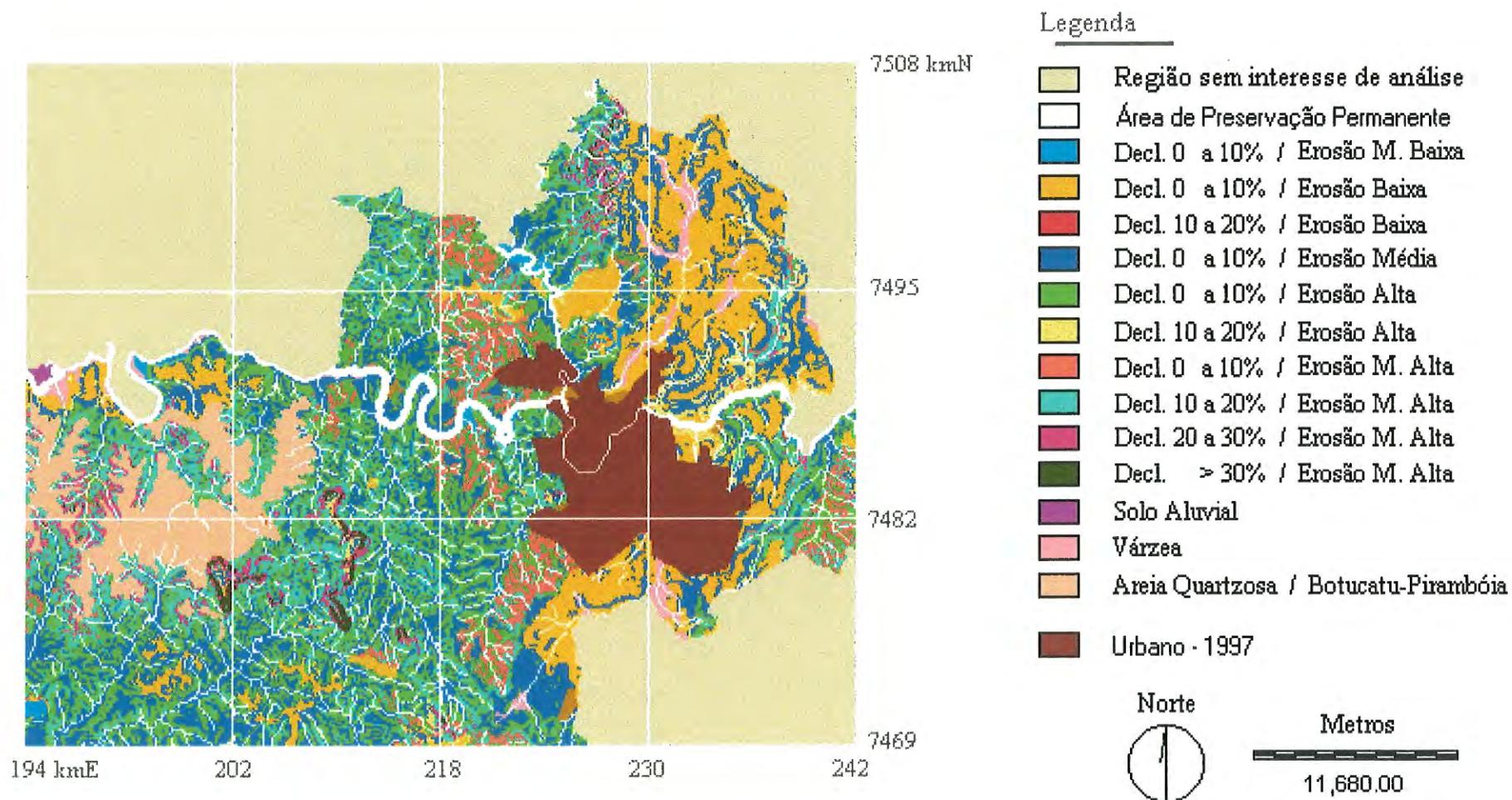


Figura 26 - SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL – DECLIVIDADE E EROSÃO
(área objeto de estudo)

A crescente conscientização das questões ambientais nas últimas décadas tem despertado a atenção para a relação do homem com o solo. Os resultados dessa inferência apontam para mudanças de comportamentos que possam levar a um equilíbrio de uso, sem infligir prejuízos inaceitáveis ao mundo natural.

O ser humano tem de modificar o solo e o que nele cresce a fim de produzir alimentos. Porém, nessa relação deve ser inscrita uma ação de sustentabilidade.

Entretanto, neste final de milênio, cristalizam-se tendências extremamente desfavoráveis ao desenvolvimento econômico e melhoria do padrão de vida. A crescente demanda por matérias primas tem intensificado a depleção dos recursos naturais – ecossistema – levando à escassez de energia e à produção de alimentos.

OLIVEIRA (1998), ao discorrer sobre a agricultura brasileira, aponta esse processo de construção do território, afirmando ser simultaneamente “construção/destruição/manutenção/transformação. (...) Assim, no Brasil este processo contraditório produz/gera o movimento de concentração da população, primeiro, nas regiões metropolitanas e depois nas capitais regionais e em geral nas cidades.”

Ora, a região objeto desta tese faz parte de um centro regional que se metropoliza. Nesse processo que desencadeia transformações pela ocupação natural do território, a parte dos resultados – **pedologia e declividade** - apontará contribuições significativas à elaboração de um zoneamento ambiental sustentado.

Outro dado importante, o qual poderá permitir a tomada de decisão no que se refere ao planejamento ambiental do território - **verificação da**

capacidade de suporte⁵¹ –, está na configuração da morfologia do uso do solo pela expansão urbana.

Assim sendo, para que se possa ter a realidade das transformações no que tange ao uso do solo por essa atividade, procurou-se associar os resultados referentes à declividade. Portanto, cruzou-se os dados de sensoriamento remoto do ano de 1997 - **mancha** – com a carta de declividade.

O quadro 19, a seguir, observa os intervalos de declividade e aponta os valores: absoluto e relativo dessa distribuição. A espacialidade dessa morfologia pode ser verificada pela figura 27.

Quadro 19

QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DECLIVIDADE - USO URBANO

Declividade (intervalo)	Espacialidade (valores)	
	Absoluto – ha	Relativo - %
0 a 5%	5475.24	55.28
5 a 10%	3350.16	33.83
10 a 20%	1067.22	10.78
20 a 30%	10.89	0.10
> 30%	0.63	0.01
Total	9904.14	100.00

⁵¹ **Capacidade de suporte** “é o número máximo de organismos que um hábitat pode suportar e sustentar, sem degradar o meio ambiente de cada organismo. Suportar e sustentar uma população significa fornecer recursos naturais suficientes, tais como água, alimento e abrigo, que assegurem a sobrevivência da população. Isso envolve também a capacidade de eliminação dos produtos residuais do meio ambiente do organismo e a interação com os outros organismos do mesmo meio ambiente. (...) Os seres humanos possuem uma vantagem sobre os outros organismos porque podem manipular a capacidade de suporte do seu hábitat pela modificação da sua forma de consumo e pela criação e utilização de tecnologias avançadas. Contudo, as tentativas de aumentar a capacidade de suporte do nosso planeta, por meio da tecnologia e da conservação, provavelmente se tornarão inúteis se a população humana continuar a crescer de acordo com as taxas atuais. Atualmente, a população humana mundial [já ultrapassou a casa dos 6.0 bilhões]. Dentro de aproximadamente 40 anos, a população mundial estará em torno de 10 bilhões, se essa tendências forem mantidas. Muitos cientistas acreditam que 8 bilhões de pessoas é a capacidade de suporte do mundo, pois acima disso haveria mortes em massa devido a fome e doenças, um fato que já ocorre localizadamente em algumas partes do mundo.” (DASHEFSKY, 1997)

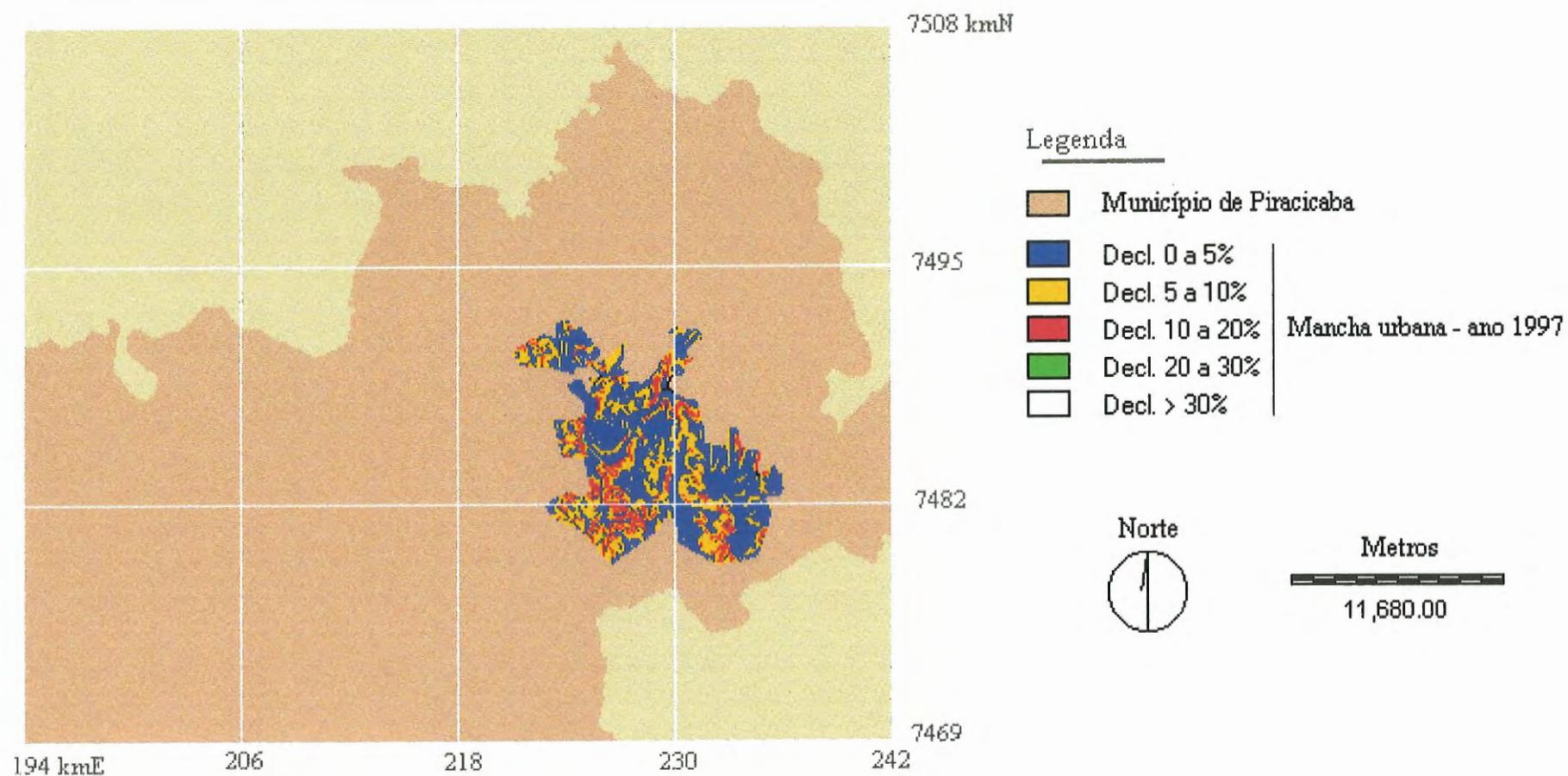


Figura 27 - MANCHA URBANA ANO 1997 - REPRESENTATIVIDADE DA ESPACIALIZAÇÃO DA MORFOLOGIA DE USO DO SOLO

4.2.2- A “cadeia de Markov”: aplicabilidade – verificação da eficácia em estudos ambientais urbanos

Pôde-se fazer um exame das estatísticas no que se refere à urbanização brasileira. Esse processo, em sua natureza, revela pois uma concentração da população que se urbaniza, em poucos centros, de forma acelerada.

É indiscutível a necessidade de se aprofundar a compreensão dessa relação quanto aos aspectos de mudanças que ela desencadeia no ambiente. Nesse sentido, importante é compreender a trajetória do ser humano produzindo ou reproduzindo esse espaço.

Portanto, prever o futuro, dependerá da compreensão que se possa ter das mudanças culturais desse homem, pois o meio ambiente depende das alterações ocorridas dentro desse ser.

Talvez inscreva-se aí a hipótese desta tese - mudança de racionalidade. Certamente pode parecer difícil, mas conjeturar essas mudanças é possibilitar equilíbrio nas relações antrópicas, sobretudo na busca de sustentabilidade da vida neste planeta chamado Terra.

Dessa forma, propor o emprego de modelagem matemática na compreensão da estruturação ou verificação das tendências de crescimento do espaço territorial objeto desta tese é permitir descrever o futuro desse ambiente.

O processo Markoviano resgata uma dessas possibilidades, pois se baseia fundamentalmente em estados passados do sistema para simular os estados futuros. Como explicitado por CHRISTOFOLETTI (1999), esse processo tem as possibilidades de representar o entendimento de uma cadeia de acontecimentos sucessivos.

Isso posto, torna-se relevante a verificação da aplicação do modelo “cadeia de Markov” em estudos que envolvam a **gestão do ambiente e do**

território. Assim, utilizou-se da metodologia proposta - apresentada no capítulo 3 - que segue essa verificação, como descreve-se abaixo:

1. Tem-se duas imagens de satélite já classificadas, uma do ano de 1987 e outra do ano de 1992. Elas em sua classificação, apresentam os estados que são descritos por "Markov". A de 1987 representa o estado passado; a de 1992 representa o estado presente;
2. Com o auxílio do módulo *crosstab* do sistema *Idrisi*, faz-se o cruzamento da imagem de 1992 pela de 1987, o qual quantifica as mudanças e permanências (em números de células) – transição do sistema. As linhas representam as saídas, e as colunas, as entradas de cada estado respectivamente, conforme é mostrado no quadro 20;
3. Procede-se, conforme detalhado na metodologia, os demais passos à obtenção dos resultados da modelagem por "Markov". Aplica-se então um passo - 5anos – para se ter o estado futuro, que no caso seria a realidade projetada para 1997. No que tange aos resultados, apenas é considerado o que se refere ao urbano – quadro 21, a seguir:

Quadro 20

**QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO
PERMANÊNCIAS e MUDANÇAS**

(módulo *crosstab* -*Idrisi*)

		Uso do Solo - 1992							Total	
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	
Uso	C_a	129479	39752	16762	27885	59466	9340	10860	1961	295505
Do	V_p	99512	65840	34714	27827	46758	29493	13818	4457	322419
Solo	V_a	33003	37231	25451	8192	28707	25214	7177	4149	169124
1	V_n	45456	12616	6929	53941	8589	5028	5041	1013	138613
9	C_i	38451	16550	7369	10017	29023	5212	4430	2121	113173
8	P	26945	18228	12100	2977	45987	53782	1414	643	162079
7	A	14101	5884	3199	9116	5979	1996	11746	1743	53764
	U	64	54	25	92	54	16	296	68282	68883
Total		387011	196155	106549	140047	224563	130081	54782	84369	

Quadro 21
QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL – ANO 1997
 “CADEIA DE MARKOV”

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U	Saídas
C_a	0.3677	0.1458	0.0708	0.1180	0.1898	0.0595	0.0443	0.0185	1.0144
V_p	0.3264	0.1510	0.0788	0.1074	0.1832	0.0863	0.0437	0.0263	1.0031
V_a	0.2942	0.1550	0.0846	0.0885	0.1903	0.1094	0.0421	0.0378	1.0019
V_n	0.3490	0.1262	0.0643	0.2050	0.1420	0.0565	0.0430	0.0172	1.0032
C_i	0.3442	0.1449	0.0717	0.1125	0.1893	0.0656	0.0438	0.0313	1.0033
P	0.2836	0.1432	0.0775	0.0689	0.2314	0.1508	0.0307	0.0155	1.0016
A	0.3198	0.1305	0.0671	0.1507	0.1526	0.0589	0.0756	0.0474	1.0026
U	0.0035	0.0019	0.0010	0.0028	0.0020	0.0007	0.0054	0.9829	1.0002
Entradas	2.2884	0.9985	0.5158	0.8538	1.2806	0.5877	0.3286	1.1769	

- Com o auxílio do módulo *área* do sistema *Idrisi*, quantifica-se a figura 28 (mais adiante), imagem classificada referente ao ano de 1992 – **uso do solo** - em número de células, o que é resultante em **84369** células para o urbano;
- Multiplica-se à este número de células **87369** o resultado que é apontado pelo “Markov” como taxa de crescimento que é de **1.1769**, o que posteriormente checa-se com a figura 29, imagem real classificada para o ano de 1997 - **uso do solo** - conforme segue abaixo:

$$84369 \times 1.1769 = 99293.88 \text{ células esperadas para 1997;}$$

figura 29, imagem classificada 1997 - **uso do solo** = **110046** células

Os números anteriormente apresentados indicam o resultado obtido; o primeiro é o crescimento apontado pelo modelo de “Markov”, o segundo é o quantificado pelo módulo *área* do sistema *Idrisi* da imagem para o ano de 1997 - real.

Portanto tem-se, como resultado de análise da exatidão do modelo, o que segue: o número de células referente ao ano de 1997 – **uso do solo** – dividido pelo número de células referente ao ano de 1992 – **uso do solo** – demonstra o quanto houve de crescimento real;

$$110046/84369 = 1.30$$

portanto, dividindo-se a previsão espacial (1997) - “Cadeia Markov” valor relativo por esse resultado tem-se:

$$1.1769/1.30 = 0.90531$$

Entretanto, quando se fragmenta essa mesma área em quadrantes, a resposta à essa verificação se dá de forma excedente. O modelo responde em 105% (cento e cinco por cento), o que leva a um acréscimo de 5% (cinco por cento) da situação real, conforme demonstrado no quadro 22, a seguir:

Quadro 22

**QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO e PREVISÃO ESPACIAL
“CADEIA DE MARKOV”**

Quadrante	Nº de Células	Previsão do Modelo – Ano 1997	
		% - Relativo ¹	Nº Células - Absoluto
NW 92	24133	1.1772	28409.3676
NE 92	22258	1.2212	27181.4696
SW 92	8896	1.0859	9660.1664
SE 92	29082	1.7402	50608.4964
Total	84369	-----	115859.5

1- Ver anexo B, o qual demonstra estes valores de entradas – previsão processo “Markov” para o ano de 1997

Portanto, aplicado o módulo *área* do sistema *Idrisi* (figura 30), “imagem classificada 1997 – uso do solo”, tem-se o número de células igual a **110046** (real). O resultado desta comparação (projetado / real) é demonstrado a seguir:

$$115859.5/110046 = 1.053$$

Esse resultado e o anterior apontam: **a)** que o modelo - imagem total - responde em 91% (noventa e um por cento) com acerto do que era esperado para o ano de 1997; **b)** que na fragmentação por quadrante, o modelo responde com um excedente de 5% (cinco por cento). Entretanto, julga-se esses resultados muito importantes e favoráveis à tomada de decisão no que tange ao planejamento.

Esta metodologia – “Cadeia de Markov” - resgata as colocações de FERRARI (1984) no que se refere à **gestão ambiental** e **gestão do território**, pois destina-se à resolução racional dos problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências.

4.2.3- A “cadeia de Markov”: construção – tendências do urbano

Na projeção de cenários: **tendências do urbano**, busca-se primeiramente a construção de um sistema de realidades, ou seja, a configuração que se estabelece na produção antrópica, isto é, **uso do solo – morfologia e organização do espaço**.

Nesse sentido, as imagens de satélites vêm contribuir de forma significativa com esse constructo. Resgatam também, as possibilidades de compreensão global do espaço geográfico e sua complexidade estrutural.

Isso colocado, necessário é resgatar e compartilhar do que afirmara SANTOS (1996), para que se possa estabelecer este universo.

“O espaço não é nem uma coisa, nem um sistema de coisas, senão uma realidade relacional: coisas e relações juntas. (...) O espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável de que participam, de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento.”

Nesse aspecto, as figuras 28, 29 e 30 (mais adiante) - imagens de satélite classificadas - resgatam com propriedade esses objetos a que se referira Santos - **uso do solo**. Elas terão fundamental importância no estabelecimento de cenários da *sociedade em movimento*. Retratam a realidade do sistema ocupacional do território e do ambiente objeto desta tese.

Portanto, essas imagens serão utilizadas pela modelagem matemática - “cadeia de Markov” - para o estabelecimento de cenários futuros no que concerne à especificidade de usos. Aponta-se, através dessa modelagem, os resultados obtidos ao desenvolvimento urbano, os quais serão tratados a seguir.

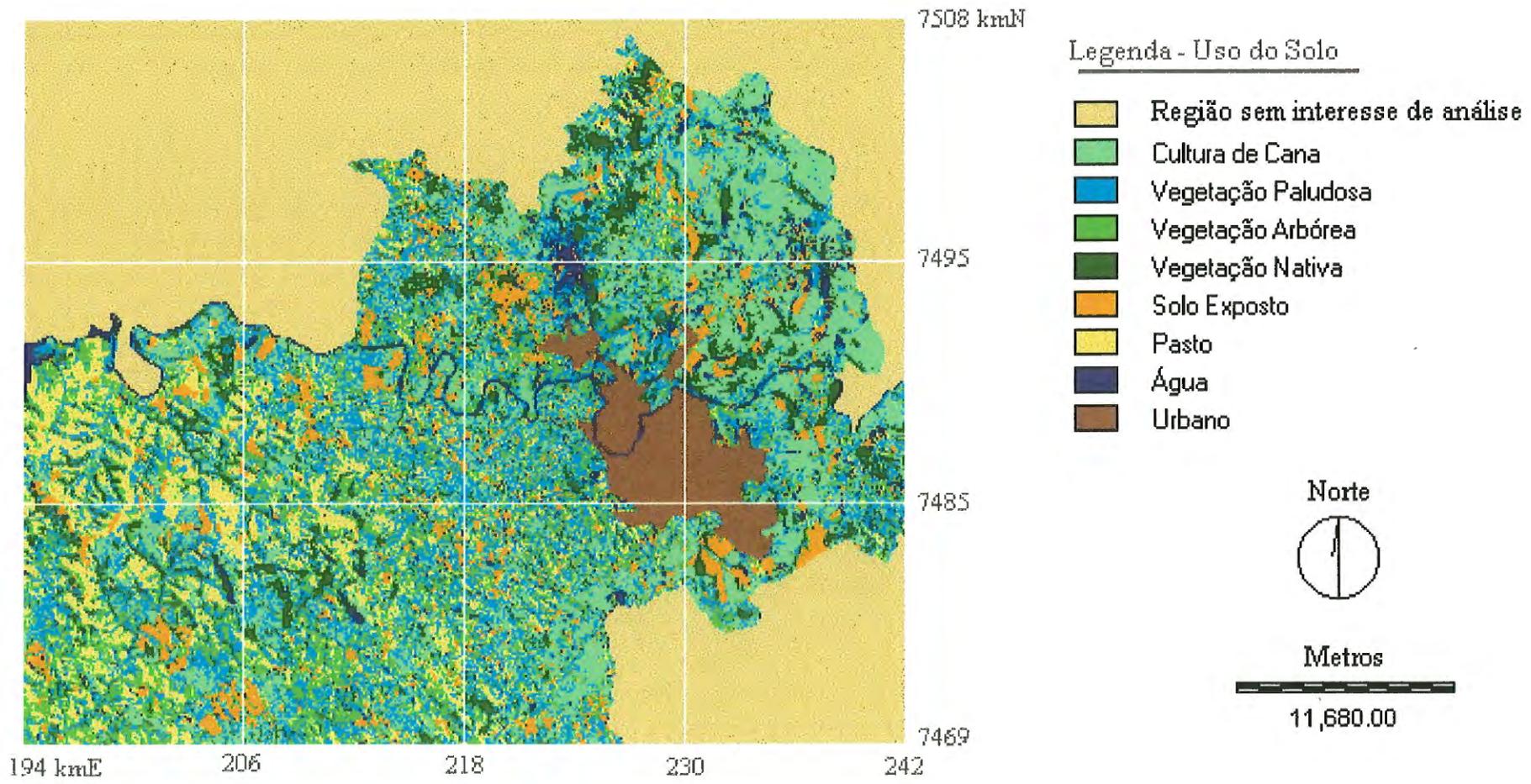


Figura 28 - IMAGEM CLASSIFICADA – USO DO SOLO / ANO 1987 - MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

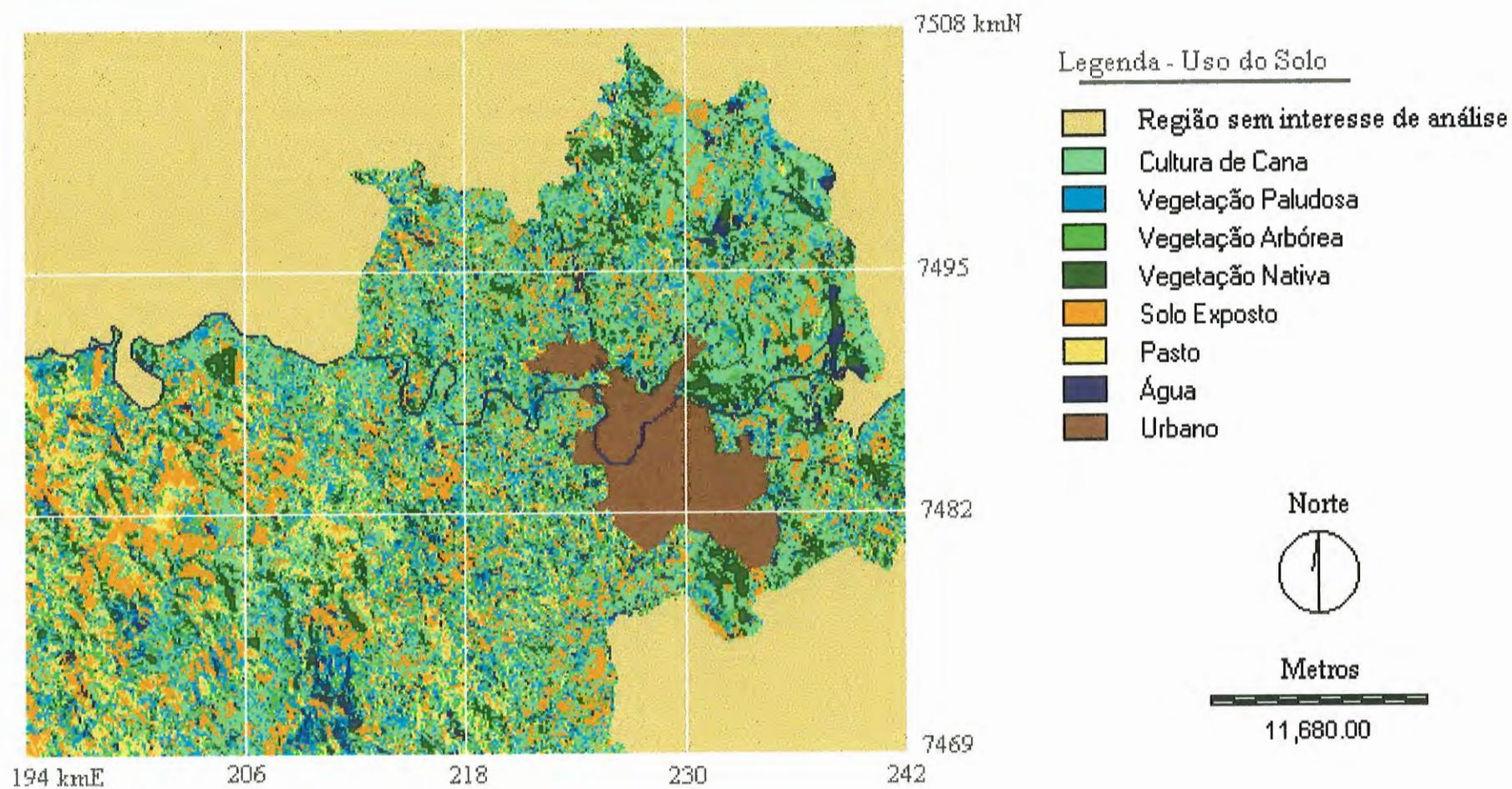


Figura 29 - IMAGEM CLASSIFICADA - USO DO SOLO / ANO 1992 - MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

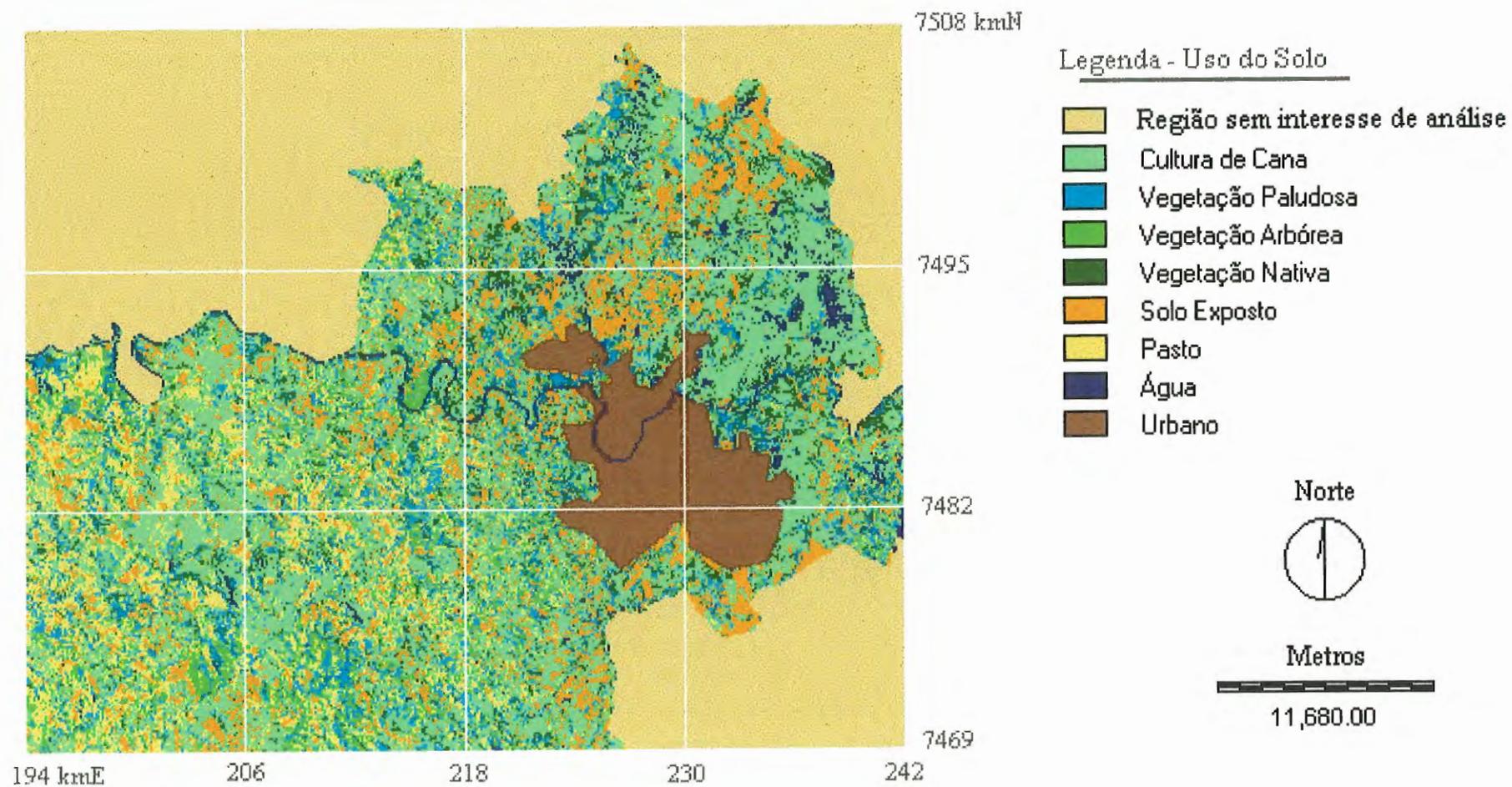


Figura 30 - IMAGEM CLASSIFICADA – USO DO SOLO / ANO 1997 - MUNICÍPIO DE PIRACICABA (área objeto de estudo)

Com o auxílio do módulo *crossstab* do sistema idrisi – *both cross-classification and tabulation*, apresenta-se as figuras 31, 32, 33 e 34; os quadros 23, 24, 25 e 26 -, a seguir demonstram as trocas e permanências – **estados** - ocorridas no período de 1992 a 1997, respectivamente por quadrantes.

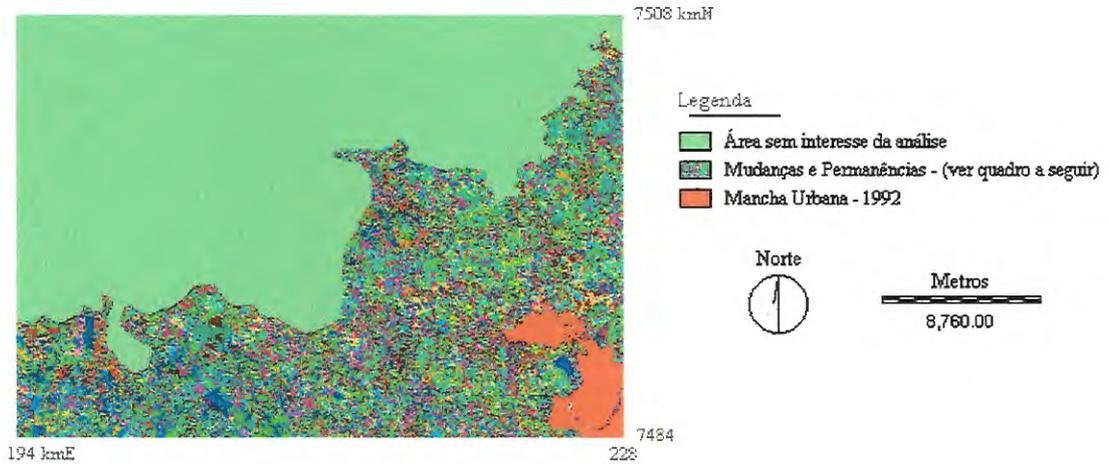


Figura 31 - IMAGEM REPRESENTATIVA DAS TROCAS E PERMANÊNCIAS – QD. NW

Quadro 23

QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO PERMANÊNCIAS E MUDANÇAS – QD. NW
(em número de células)

		Uso do Solo - 1997							Total	
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	
Uso	C _a	56290	17920	4381	14411	25834	7564	1638	1387	129425
Do	V _p	24764	14254	6140	4347	9548	7286	693	1075	68107
Solo	V _a	10399	7935	4185	2228	4350	4441	338	605	34481
1	V _n	23874	4860	886	5049	5275	813	2843	586	44186
9	C _i	27313	4936	5064	2495	14178	13988	491	759	69224
9	P	8589	4659	6091	878	4397	14225	84	366	39289
2	A	5474	2484	685	1243	1997	448	6261	837	19429
	U	62	22	7	7	8	0	126	23901	24133
Total		156765	57070	27439	30658	65587	48765	12474	29516	

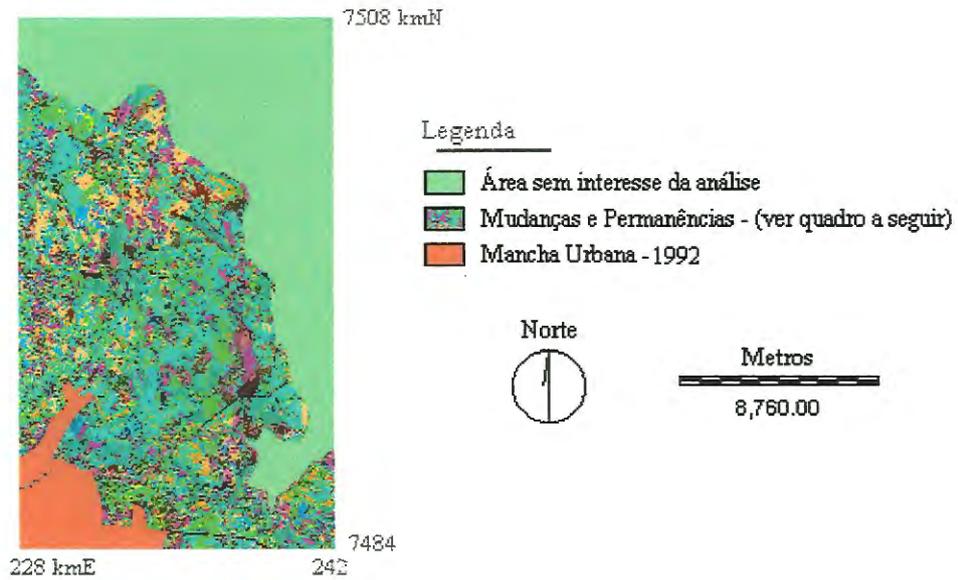


Figura 32 - IMAGEM REPRESENTATIVA DAS TROCAS E PERMANÊNCIAS – QD. NE

Quadro 24

QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO PERMANÊNCIAS E MUDANÇAS – QD. NE
(em número de células)

		Uso do Solo - 1997								Total
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	
Uso	C _a	60693	6771	766	12969	18699	321	4472	902	105593
Do	V _p	9838	4384	474	3192	4620	221	630	164	23523
Solo	V _a	3864	2353	327	1348	1933	105	200	109	10239
1	V _n	23272	1414	98	2713	3290	26	4719	559	36091
9	C _i	17773	1603	282	2489	6468	92	1106	102	29915
9	P	1168	1344	704	319	637	353	31	27	4583
2	A	6712	1214	32	1957	1751	4	3007	216	14893
	U	27	2	1	7	0	0	71	22150	22258
Total		123347	19085	2684	24994	37398	1122	14236	24229	

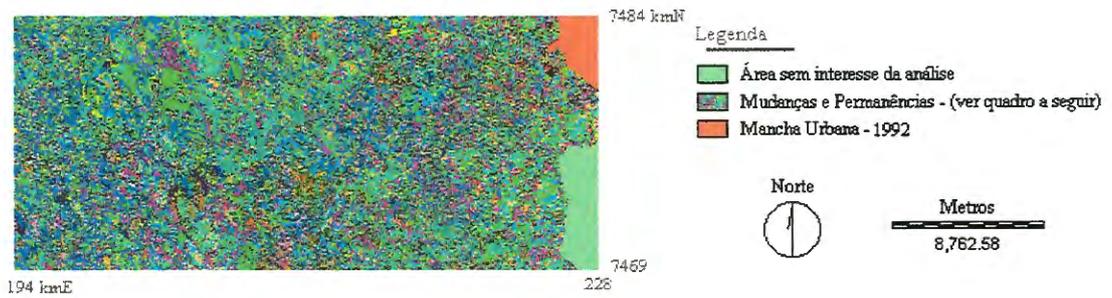


Figura 33 - IMAGEM REPRESENTATIVA DAS TROCAS E PERMANÊNCIAS – QD. SW

Quadro 25

QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO PERMANÊNCIAS E MUDANÇAS – QD. SW
(em número de células)

		Uso do Solo - 1997								Total
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	
Uso	C_a	58333	17482	6355	9905	17200	15844	411	2263	127793
Do	V_p	30216	18920	11771	4973	10333	17096	237	1868	95414
Solo	V_a	16336	10566	6995	2886	5464	12484	106	1328	56165
1	V_n	22435	9216	2148	5447	1515	3209	1026	694	45690
9	C_i	45086	7783	8776	2324	23344	26024	285	1633	115255
9	P	20280	7504	8409	1452	11592	32212	80	1699	83228
2	A	4221	5452	2364	1451	1394	2045	394	390	17711
	U	0	0	0	0	0	0	0	8896	8896
Total		196907	76923	46818	28438	70842	108914	2539	18771	

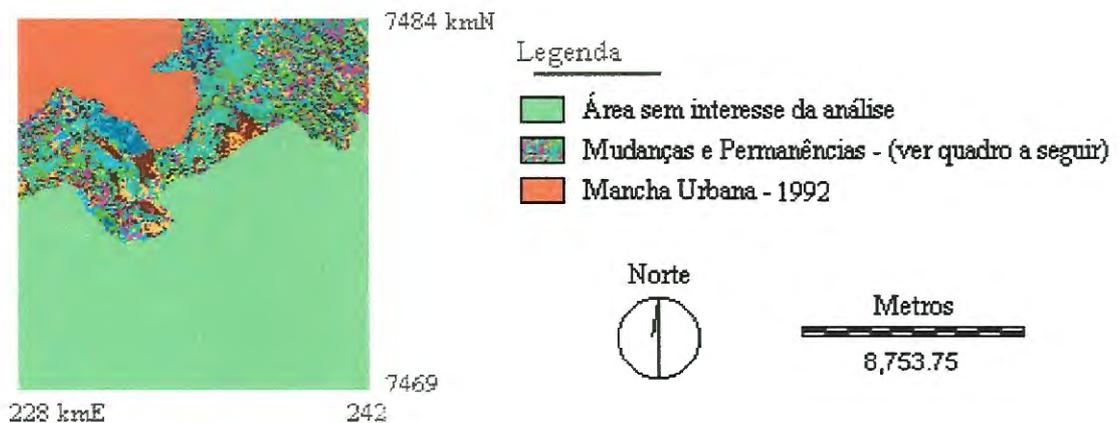


Figura 34 - IMAGEM REPRESENTATIVA DAS TROCAS E PERMANÊNCIAS – QD. SE

Quadro 26
**QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO
 PERMANÊNCIAS E MUDANÇAS – QD. SE**
 (em número de células)

		Uso do Solo - 1997								Total
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	
Uso	C _a	10488	2343	418	2063	5431	216	317	2924	24200
Do	V _p	2853	2130	470	678	1580	146	182	1072	9111
Solo	V _a	1628	1529	392	424	848	143	120	580	5664
1	V _n	5332	1164	104	1158	3293	33	650	2346	14080
9	C _i	4860	720	514	315	2757	358	152	493	10169
9	P	851	703	463	122	224	301	93	224	2981
2	A	867	449	37	207	579	3	115	492	2749
	U	3	0	0	0	0	0	0	29079	29082
Total		26882	9038	2398	4967	14712	1200	1629	37210	

Os quadros 23 a 26 - anteriores – retratam, portanto, o número de células pertencentes a cada estado no ano de 1992 (linhas), que mudou ou permaneceu de estado para o ano de 1997 (colunas).

Ao verificar-se os estados referentes ao urbano (U) - QD. SE -, pode-se ler a matriz como sendo – exemplo – o urbano em 1997, que recebeu como contribuição 2924 células de C_a (cana de açúcar) de 1992.

Entretanto, devido a problema de digitalização direto da imagem de satélite pelo sistema *Idrisi*, da mancha urbana, esta perde para o estado C_a o número de 3 células, quando na realidade não deveria ocorrer, pois ela representa na realidade 100%, significando que não deveria transferir nenhum elemento para as outras categorias de uso da terra.

Essa ocorrência se dá, também, nos quadrantes NW e NE. O correto seria como ocorre no quadrante SW, onde o número de células agregadas em 1997 é igual ao número de células em 1992. No entanto, não houve prejuízo dos resultados na aplicação do modelo, pois essa perda não é significativa.

4.2.3.1- **Projeção das tendências de crescimento para 2002 e 2007**

De posse desse conjunto de matrizes (anteriores) - trocas e permanências - elabora-se as matrizes de transição, quadros 27 a 30 - a seguir - definidas por quadrantes.

Portanto, é representado por esses quadros - em percentagem - o que mudou ou o que permaneceu, chamados: matrizes de transição ou matrizes estocásticas - “cadeia de Markov” - especificadas por quadrantes.

Quadro 27

MATRIZ DE TRANSIÇÃO – QD. NW

		1 9 9 7							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U
1	C _a	0.4349	0.1385	0.0338	0.1113	0.1996	0.0584	0.0126	0.0107
	V _p	0.3636	0.2093	0.0902	0.0638	0.1402	0.1070	0.0102	0.0158
9	V _a	0.3016	0.2301	0.1214	0.0646	0.1262	0.1288	0.0098	0.0175
	V _n	0.5403	0.1100	0.0201	0.1143	0.1194	0.0184	0.0643	0.0133
9	C _i	0.3946	0.0713	0.0732	0.0360	0.2048	0.2021	0.0071	0.0110
	P	0.2186	0.1186	0.1550	0.0223	0.1119	0.3621	0.0021	0.0093
2	A	0.2817	0.1279	0.0353	0.0640	0.1028	0.0231	0.3223	0.0431
	U	0.0026	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0052	0.9904

Quadro 28

MATRIZ DE TRANSIÇÃO – QD. NE

		1 9 9 7							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U
1	C _a	0.5748	0.0641	0.0073	0.1228	0.1771	0.0030	0.0424	0.0085
	V _p	0.4182	0.1864	0.0202	0.1357	0.1964	0.0094	0.0268	0.0070
9	V _a	0.3774	0.2298	0.0319	0.1317	0.1888	0.0103	0.0195	0.0106
	V _n	0.6448	0.0392	0.0027	0.0752	0.0912	0.0007	0.1308	0.0155
9	C _i	0.5941	0.0536	0.0094	0.0832	0.2162	0.0031	0.0370	0.0034
	P	0.2549	0.2933	0.1536	0.0696	0.1390	0.0770	0.0068	0.0059
2	A	0.7649	0.0348	0.0009	0.0560	0.0501	0.0001	0.0870	0.0062
	U	0.0012	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0032	0.9951

Quadro 29
MATRIZ DE TRANSIÇÃO – QD. SW

		1 9 9 7							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U
1	C _a	0.4552	0.1392	0.0496	0.0773	0.1342	0.1236	0.0032	0.0177
	V _p	0.3167	0.1983	0.1234	0.0521	0.1083	0.1792	0.0025	0.0196
9	V _a	0.2909	0.1881	0.1245	0.0514	0.0973	0.2223	0.0019	0.0236
	V _n	0.4910	0.2017	0.0470	0.1192	0.0332	0.0702	0.0225	0.0152
9	C _i	0.3912	0.0675	0.0761	0.0202	0.2025	0.2258	0.0025	0.0142
	P	0.2437	0.0902	0.1010	0.0174	0.1393	0.3870	0.0010	0.0204
2	A	0.2383	0.3078	0.1335	0.0819	0.0787	0.1155	0.0222	0.0220
	U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Quadro 30
MATRIZ DE TRANSIÇÃO – QD. SE

		1 9 9 7							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U
1	C _a	0.4334	0.0968	0.0173	0.0852	0.2244	0.0089	0.0131	0.1208
	V _p	0.3131	0.2338	0.0516	0.0744	0.1734	0.0160	0.0200	0.1177
9	V _a	0.2874	0.2700	0.0692	0.0749	0.1497	0.0252	0.0212	0.1024
	V _n	0.3787	0.0827	0.0074	0.0822	0.2339	0.0023	0.0462	0.1666
9	C _i	0.4779	0.0708	0.0505	0.0310	0.2711	0.0352	0.0149	0.0485
	P	0.2855	0.2358	0.1553	0.0409	0.0751	0.1010	0.0312	0.0751
2	A	0.3154	0.1633	0.0135	0.0753	0.2106	0.0011	0.0418	0.1790
	U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9999

Podem ser observados nas matrizes anteriores - quadros 27 a 30 -, os estados que transferiram células a outros estados – não urbanos - (linhas). Entretanto, como o objetivo da tese centra-se no que concerne ao desenvolvimento urbano, não se discorre sobre esses resultados.

A tendência de transferência de células do urbano a outros estados, que ocorre nessa transição – quadrantes NW e NE, já fora explicada anteriormente. Entretanto, cabe observar que esse estado recebeu células de outros estados e, neste caso, as maiores contribuições – exemplos – foram: quadrante NW – vegetação arbórea com 1.75%; quadrante NE – vegetação nativa com 2.35%;

quadrante SW – vegetação arbórea com 4.21% e quadrante SE – vegetação nativa com 25.63%.

Na previsão para o ano de 2002 é aplicado um passo. Já para o ano de 2007, aplica-se dois passos. Esses procedimentos já foram detalhados no percurso da revisão bibliográfica, bem como no desenvolvimento da metodologia.

Nos quadros, a seguir, estão expressos os valores da matriz de previsão - quadrantes indicados – as tendências para os anos **2002** e **2007** respectivamente. Estão também representados os valores das entradas (colunas) e os valores das saídas (linhas) de cada estado

Entretanto, para que se tenha a realidade dos estados que tendem a perder células (sinal negativo), e os que tendem a ganhos de células (sinal positivo), necessário é proceder a diferença entre as matrizes: 31, 33, 35, 37 (2002); 39, 41, 43, 45 (2007) de previsão pela de transição - quadros 27 a 30 - as quais são representadas pelos quadros 32, 34, 36 e 38 (2002); 40, 42, 44 e 46 (2007).

Quadro 31

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. NW – ANO 2002
 “CADEIA DE MARKOV – UM PASSO”

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U	Saídas
C_a	0.4049	0.1320	0.0576	0.0814	0.1725	0.1084	0.0200	0.0228	0.9996
V_p	0.3775	0.1459	0.0706	0.0750	0.1627	0.1237	0.0163	0.0282	0.9999
V_a	0.3671	0.1505	0.0765	0.0715	0.1568	0.1314	0.0159	0.0302	0.9999
V_n	0.4121	0.1340	0.0468	0.0903	0.1726	0.0803	0.0372	0.0268	1.0001
C_i	0.3661	0.1299	0.0759	0.0696	0.1676	0.1555	0.0130	0.0224	1.0000
P	0.3209	0.1444	0.1017	0.0567	0.1461	0.1996	0.0092	0.0211	0.9997
A	0.3508	0.1323	0.0491	0.0740	0.1430	0.0724	0.1142	0.0644	1.0002
U	0.0059	0.0022	0.0007	0.0010	0.0016	0.0005	0.0069	0.9812	1.0000
Entradas	2.6053	0.9712	0.4789	0.5195	1.1229	0.8718	0.2327	1.1971	

Quadro 32

MATRIZ DA DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO 2002
COM A MATRIZ DE TRANSIÇÃO 1997 - QD. NW

		2 0 0 2							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U
1	C _a	-0.0300	-0.0065	0.0238	-0.0299	-0.0271	0.0500	0.0074	0.0121
	V _p	0.0139	-0.0634	-0.0196	0.0112	0.0225	0.0167	0.0061	0.0124
9	V _a	0.0655	-0.0796	-0.0449	0.0069	0.0306	0.0026	0.0061	0.0127
	V _n	-0.1282	0.0240	0.0267	-0.0240	0.0532	0.0619	-0.0271	0.0135
9	C _i	-0.0285	0.0586	0.0027	0.0336	-0.0372	-0.0466	0.0059	0.0114
	P	0.1023	0.0258	-0.0533	0.0344	0.0342	-0.1625	0.0071	0.0118
7	A	0.0691	0.0044	0.0138	0.0100	0.0402	0.0493	-0.2081	0.0213
	U	0.0033	0.0013	0.0004	0.0007	0.0013	0.0005	0.0017	-0.0092

O estado **urbano** neste quadrante - NW / 2002 - tende a transferir células para os demais estados. O valor de permanência desse estado tende a 100% e a diferença entre a matrizes tende a zero. Os estados que cedem o maior número de células são: água, com 6.44% e vegetação arbórea, com 3.02%. As demais tendem a ceder menos de 3.00%

Quadro 33

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. NE – ANO 2002
“CADEIA DE MARKOV – UM PASSO”

	C _a	V _p	V _a	V _n	C _i	P	A	U	Saídas
C _a	0.5776	0.0671	0.0082	0.1068	0.1672	0.0033	0.0526	0.0167	0.9995
V _p	0.5532	0.0857	0.0111	0.1080	0.1714	0.0046	0.0506	0.0150	0.9996
V _a	0.5397	0.0933	0.0121	0.1092	0.1726	0.0051	0.0488	0.0186	0.9994
V _n	0.5910	0.0619	0.0069	0.1055	0.1553	0.0027	0.0531	0.0235	0.9999
C _i	0.5765	0.0671	0.0085	0.1077	0.1726	0.0033	0.0488	0.0112	0.9957
P	0.4794	0.1393	0.0260	0.1139	0.1788	0.0115	0.0370	0.0138	0.9997
A	0.5870	0.0637	0.0070	0.1120	0.1626	0.0028	0.0501	0.0145	0.9997
U	0.0046	0.0003	0.0000	0.0007	0.0004	0.0000	0.0036	0.9903	0.9999
Entradas	3.9090	0.5784	0.0798	0.7638	1.1809	0.0333	0.3446	1.1036	

Quadro 34

MATRIZ DA DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO 2002
COM A MATRIZ DE TRANSIÇÃO 1997 - QD. NE

		2 0 0 2							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _l	P	A	U
1	C _a	0.0028	0.0030	0.0009	-0.0160	-0.0099	0.0003	0.0102	0.0082
	V _p	0.1350	-0.1007	-0.0091	-0.0277	-0.0253	-0.0048	0.0238	0.0080
9	V _a	0.1623	-0.1365	-0.0198	-0.0225	-0.0162	-0.0052	0.0293	0.0080
	V _n	-0.0538	0.0227	0.0042	0.0303	0.0641	0.0020	-0.0777	0.0080
9	C _l	-0.0176	0.0135	-0.0009	0.0245	-0.0400	0.0002	0.0118	0.0078
	P	0.2245	-0.1540	-0.1276	-0.0443	-0.0398	-0.0655	0.0302	0.0079
7	A	-0.1779	0.0289	0.0061	0.0560	0.1125	0.0027	-0.0369	0.0083
	U	0.0034	0.0002	0.0000	0.0004	0.0004	0.0000	0.0004	-0.0048

Os resultados nesse quadrante ocorrem de forma semelhante ao ocorrido no quadrante NW (anterior), demonstrando, dessa forma que, apesar das transferências de células pelo estado urbano aos outros, o valor de permanência tende a 100%. Fica evidenciada, portanto, a não interferência da classificação da imagem de satélite nesses resultados.

Quadro 35

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. SW – ANO 2002
“CADEIA DE MARKOV – UM PASSO”

	C _a	V _p	V _a	V _n	C _l	P	A	U	Saídas
C _a	0.3871	0.1371	0.0727	0.0593	0.1282	0.1762	0.0042	0.0353	1.0001
V _p	0.3551	0.1414	0.0847	0.0529	0.1248	0.1999	0.0034	0.0380	1.0002
V _a	0.3461	0.1388	0.0857	0.0508	0.1240	0.2092	0.0033	0.0421	1.0000
V _n	0.3950	0.1567	0.0733	0.0688	0.1145	0.1529	0.0055	0.0332	0.9999
C _l	0.3663	0.1210	0.0767	0.0483	0.1405	0.2122	0.0028	0.0321	0.9999
P	0.3265	0.1189	0.0864	0.0404	0.1351	0.2513	0.0023	0.0390	0.9999
A	0.3492	0.1584	0.0909	0.0565	0.1148	0.1851	0.0044	0.0406	0.9999
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
Entradas	2.5253	0.9723	0.5704	0.3770	0.8819	1.3868	0.0259	1.2603	

O estado **urbano** nos quadrantes SW e SE não transfere células para os demais estados. O valor de permanência desse estado é de 100%, a diferença entre as matrizes é zero. Os estados que cedem o maior número de células são:

- a) quadrante SW, vegetação arbórea - com 4.21%, e água - com 4.06%;
- b) quadrante SE, água - com 26.80%, e vegetação nativa - com 25.63%.

As demais tendem a ceder menos de 4.00% e 22.00% - respectivamente.

Quadro 39

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. NW – ANO 2007
 “CADEIA DE MARKOV – DOIS PASSOS”

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.3830	0.1337	0.0644	0.0764	0.1659	0.1213	0.0203	0.0349	0.9999
V_p	0.3750	0.1357	0.0677	0.0741	0.1625	0.1262	0.0186	0.0402	1.0000
V_a	0.3713	0.1367	0.0691	0.0732	0.1610	0.1284	0.0182	0.0421	1.0000
V_n	0.3870	0.1324	0.0599	0.0782	0.1659	0.1109	0.0263	0.0394	1.0000
C_l	0.3708	0.1651	0.0715	0.0722	0.1622	0.1368	0.0170	0.0343	1.0299
P	0.3573	0.1396	0.0793	0.0683	0.1571	0.1504	0.0147	0.0330	0.9997
A	0.3600	0.1292	0.0570	0.0732	0.1527	0.1001	0.0493	0.0787	1.0002
U	0.0094	0.0035	0.0012	0.0018	0.0031	0.0013	0.0075	0.9722	1.0000
Entradas	2.6138	0.9759	0.4701	0.5174	1.1304	0.8754	0.1719	1.2748	

Quadro 40

MATRIZ DA DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO 2007
COM A MATRIZ DE TRANSIÇÃO 1997 - QD. NW

		2 0 0 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	-0.0519	-0.0048	0.0306	-0.0349	-0.0337	0.0629	0.0077	0.0242
	V_p	0.0114	-0.0736	-0.0225	0.0103	0.0223	0.0192	0.0084	0.0244
9	V_a	0.0697	-0.0934	-0.0523	0.0086	0.0348	-0.0004	0.0084	0.0246
	V_n	-0.1533	0.0224	0.0398	-0.0361	0.0465	0.0925	-0.0380	0.0261
9	C_l	-0.0238	0.0638	-0.0017	0.0362	-0.0426	-0.0653	0.0099	0.0233
	P	0.1387	0.0210	-0.0757	0.0460	0.0452	-0.2117	0.0126	0.0237
7	A	0.0783	0.0013	0.0217	0.0092	0.0499	0.0770	-0.2730	0.0356
	U	0.0068	0.0026	0.0009	0.0015	0.0028	0.0013	0.0023	-0.0182

O estado **urbano** no quadrante SW / 2007 tende a transferir células para os demais estados. O valor de permanência desse estado é de 97.22% e a diferença entre a matrizes é de -0.0182, o que significa uma tendência negativa média de transferência. Porém, ainda essa tendência não aponta alteração significativa.

Os estados que cedem o maior número de células para o **urbano** são: água - com 7.87%, vegetação arbórea - com 4.21%, vegetação paludosa - com 4.02%. As demais, tendem a ceder menos de 4.00%.

Quadro 41

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. NE – ANO 2007
 “CADEIA DE MARKOV – DOIS PASSOS”

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.5724	0.0074	0.0082	0.1062	0.1654	0.0033	0.0513	0.0246	0.9388
V_p	0.5694	0.0706	0.0088	0.1066	0.1664	0.0036	0.0509	0.0230	0.9993
V_a	0.5654	0.0715	0.0090	0.1062	0.1660	0.0036	0.0506	0.0265	0.9988
V_n	0.5698	0.0661	0.0080	0.1059	0.1638	0.0032	0.0511	0.0314	0.9993
C_l	0.5728	0.0676	0.0083	0.1064	0.1663	0.0033	0.0512	0.0192	0.9951
P	0.5546	0.0814	0.0109	0.1075	0.1691	0.0045	0.0494	0.0217	0.9991
A	0.5746	0.0668	0.0081	0.1066	0.1655	0.0032	0.0518	0.0226	0.9992
U	0.0073	0.0006	0.0000	0.0012	0.0012	0.0000	0.0038	0.9855	0.9996
Entradas	3.9863	0.4320	0.0613	0.7466	1.1637	0.0247	0.3601	1.1545	

Quadro 42

MATRIZ DA DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO 2007
COM A MATRIZ DE TRANSIÇÃO 1997 - QD. NE

		2 0 0 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	-0.0024	0.0033	0.0009	-0.0166	-0.0117	0.0003	0.0089	0.0161
	V_p	0.1512	-0.1158	-0.0114	-0.0291	-0.0303	-0.0058	0.0241	0.0160
9	V_a	0.1880	-0.1583	-0.0229	-0.0255	-0.0228	-0.0067	0.0311	0.0159
	V_n	-0.0750	0.0269	0.0053	0.0307	0.0726	0.0025	-0.0797	0.0159
9	C_l	-0.0213	0.0140	-0.0011	0.0232	-0.0463	-0.0002	0.0142	0.0158
	P	0.2997	-0.2119	-0.1427	0.0379	0.0301	-0.0725	0.0426	0.0158
7	A	-0.1903	0.0320	0.0072	0.0506	0.1154	0.0031	-0.0352	0.0164
	U	0.0061	0.0005	0.0000	0.0009	0.0012	0.0000	0.0006	-0.0096

Quadro 45

QUANTIFICAÇÃO DA PREVISÃO ESPACIAL / QD. SE – ANO 2007
 “CADEIA DE MARKOV – DOIS PASSOS”

	C _a	V _p	V _a	V _n	C _l	P	A	U	Saídas
C _a	0.3264	0.0910	0.0264	0.0537	0.1768	0.0142	0.0143	0.2970	0.9998
V _p	0.3216	0.0964	0.0273	0.0540	0.1744	0.0143	0.0146	0.2973	0.9999
V _a	0.3248	0.0999	0.0281	0.0550	0.1761	0.0145	0.0149	0.2865	0.9998
V _n	0.3095	0.0857	0.0249	0.0507	0.1678	0.0135	0.0135	0.3343	0.9999
C _l	0.3542	0.1013	0.0295	0.0586	0.1914	0.0159	0.0156	0.2333	0.9998
P	0.3285	0.1093	0.0305	0.0571	0.1778	0.0153	0.0157	0.2655	0.9997
A	0.3025	0.0866	0.0249	0.0501	0.1640	0.0133	0.0134	0.3451	0.9999
U	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.9997	0.9999
Entradas	2.2677	0.6702	0.1916	0.3792	1.2283	0.1010	0.1020	3.0587	

Quadro 46

MATRIZ DA DIFERENÇA ENTRE A MATRIZ DE PREVISÃO 2007
 COM A MATRIZ DE TRANSIÇÃO 1997 - QD. SE

		2 0 0 7							
		C _a	V _p	V _a	V _n	C _l	P	A	U
1	C _a	-0.1070	-0.0058	0.0091	-0.0315	-0.0476	0.0053	0.0012	0.1762
	V _p	0.0085	-0.1374	-0.0243	-0.0204	0.0010	-0.0017	-0.0054	0.1796
9	V _a	0.0374	-0.1701	-0.0411	-0.0199	0.0264	-0.0107	-0.0063	0.1841
	V _n	-0.0692	0.0030	0.0175	-0.0315	-0.0661	0.0112	-0.0327	0.1677
9	C _l	-0.1237	0.0305	-0.0210	0.0276	-0.0797	-0.0193	0.0007	0.1848
	P	0.0430	-0.1265	-0.1248	0.0162	0.1027	-0.0857	-0.0155	0.1904
7	A	-0.0129	-0.0767	0.0114	-0.0252	-0.0466	0.0122	-0.0284	0.1661
	U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0002

O estado **urbano** nos quadrantes SW e SE não transferem células para os demais estados. O valor de permanência desse estado é de 100%, a diferença entre as matrizes é zero. Os estados que cedem o maior número de células são:

- c) quadrante SW, vegetação arbórea - com 5.99%, água - com 5.84%;
- d) quadrante SE, água - com 34.51%, e vegetação nativa - com 33.43%.

As demais tendem a ceder menos de 5.70% e 33.00% - respectivamente.

4.2.3.2- Espacialização das tendências de crescimento para 2002 e 2007

Nesta fase, busca-se delinear a distribuição dos valores encontrados pelas matrizes de previsão para os anos de 2002 e 2007.

Os resultados obtidos nesse procedimento são especificados por quadrantes, podendo ser confirmada sua espacialização no quadro a seguir, e pela figura 35 mais adiante

Quadro 47

TENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO URBANO – VETOR DE CRESCIMENTO

Quadrante	Tendência Crescimento - % ^{est}	
	Ano 2002	Ano 2007
NW	1.1971	1.2748
NE	1.1036	1.1545
SW	1.2603	1.3848
SE	2.4741	3.057

Estes valores apontam um crescimento vertiginoso para o quadrante SE, tanto para o ano de 2002, como para o de 2007. Essa tendência é resultado de um desenvolvimento econômico, que tem impulsionado o crescimento do parque industrial - verificado nas últimas décadas.

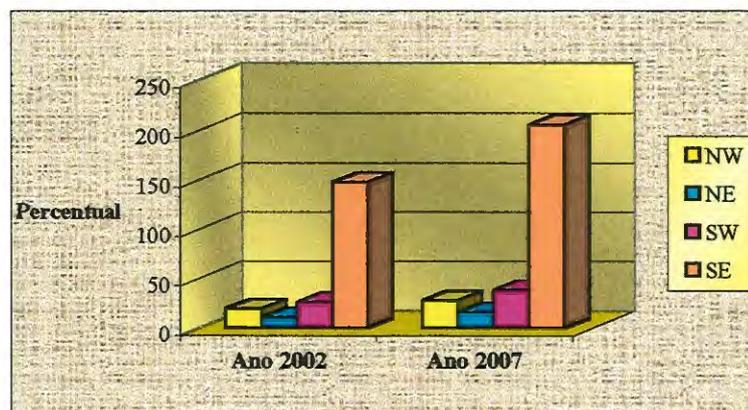


Figura 35 - TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO / VETOR

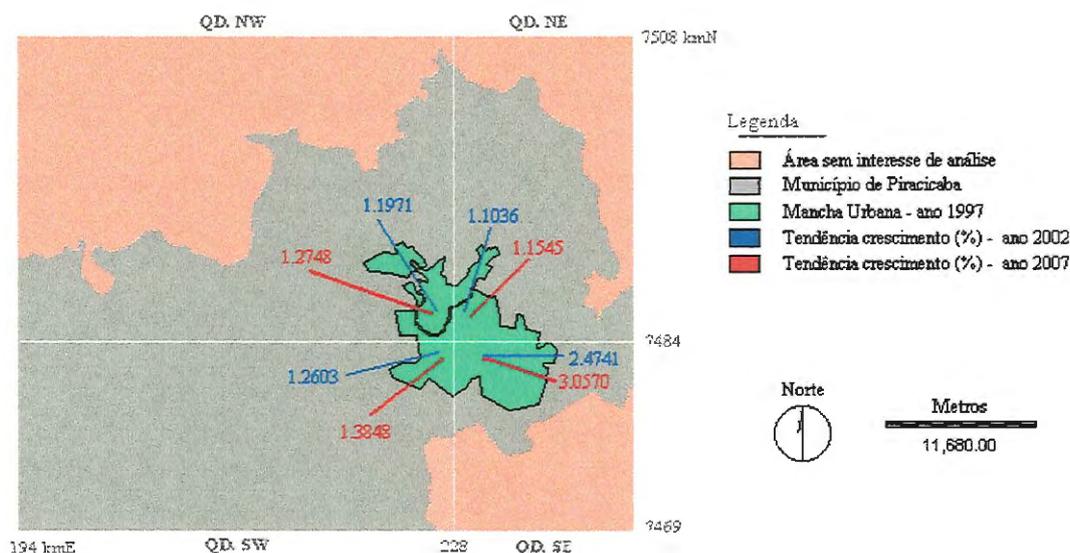


Figura 36 - TENDÊNCIA DA IRRADIAÇÃO DE CRESCIMENTO URBANO
 “Cadeia de Markov – valores relativos”

Porém, pode-se concluir que, apesar de o resultado apontar esse desenvolvimento, acredita-se num ritmo menor dessa expansão, visto ser outra a realidade hoje vivida pela região economicamente.

A especificidade assumida atualmente pela região - integração global – cria determinadas exigências quanto à organização produtiva do território. Nesse sentido, citar as considerações de SASSEN (1998) se faz necessário, pois leva à uma compreensão da realidade contemporânea vivida.

“... A emergência de mercados globais para as finanças e serviços especializados, juntamente com o crescimento do investimento como um importante tipo de transação internacional, contribuiu para a expansão das funções de **comando** e para a **demanda** de serviços especializados por parte das empresas. Boa parte dessa atividade não é abrangida pela forma organizacional da corporação ou banco multinacionais, embora esse tipo de empresa responda por uma participação desproporcional nos fluxos internacionais. Uma parcela considerável dessa atividade também não é abrangida pelo poder das multinacionais, freqüentemente

*invocado para explicar o fato da globalização econômica. Na verdade ela envolve questões relativas à **produção** e ao **lugar**. (...) Esse modo de enquadrar a investigação tem por efeito recuperar a centralidade do lugar e do trabalho nos processos de globalização econômica.” [grifos nossos]*

Nesse sentido, resgata-se o que anteriormente foi descrito pela revisão bibliográfica – **a hierarquia do lugar**.

Isso posto, as cidades não podem negligenciar a intensidade do ritmo da degradação ambiental a que estão sujeitas, a menos que se invista em ações de **gestão ambiental e planejamento urbano**, buscando mitigar as ações de impactos do processo de ocupação territorial pelo processo de urbanização.

4.2.3.2.1- **Espacialização dos resultados da “cadeia de Markov” – tendências do urbano**

A metodologia adotada – sistema de informação geográfica SIG-IDRISI, em seu módulo *crostab*, pode demonstrar respostas diretas das alterações dos estados (transição) e de suas localizações espaciais.

Com a modelagem por “Markov” - matrizes de previsão - conseguiu-se, em números de percentagens, as tendências de usos futuros para cada estado. Nesse aspecto, ao aliar-se *SIG* e *Modelagem Matemática*, pode-se trazer resultados espaciais consideráveis à tomada de decisão no que tange ao **planejamento ambiental e urbano**.

Portanto, todo esse procedimento está baseado no uso dos módulos do sistema *Idrisi*: “*edit-assign*”, no qual cria-se arquivos de correspondência, transformando os resultados obtidos pela “cadeia de Markov” - percentuais de

cada estado que transferem células ao estado **urbano** - crescimento por quadrante, para a linguagem de modelagem em SIG., gerando uma imagem de atrito – *friction*.

O quadro, a seguir, indica a transformação dos valores “Markov” para a linguagem do *SIG*. Para tal transformação, adota-se o maior valor como restrição máxima, recebendo um identificador 1.0. Os demais são a divisão desse valor de maior restrição pelos demais, ocorrendo, portanto, os novos valores ID. Após, multiplica-se esse valores por 10, aí obtendo-se os novos valores para o *arquivo de correspondência*, conforme segue.

Quadro 48

**TRANSFORMAÇÃO: RESULTADO DE MARKOV – ESTADO DE
CONTRIBUIÇÃO PARA O URBANO
(IDENTIFICADORES *SIG*)**

Ano	Quadrante NW			Quadrante NE			Quadrante SW			Quadrante SE		
	Markov	ID.	x10									
2002	0.0228	2.82	28.2	0.0167	1.41	14.1	0.0353	1.19	12.1	0.2144	1.25	12.5
	0.0282	2.28	22.8	0.0150	1.57	15.7	0.0380	1.11	11.1	0.2139	1.25	12.5
	0.0302	2.13	21.3	0.0186	1.26	12.6	0.0421	1.00	10.0	0.2014	1.33	13.3
	0.0268	2.40	24.0	0.0235	1.00	10.0	0.0332	1.27	12.7	0.2563	1.05	10.5
	0.0224	2.90	29.0	0.0112	2.10	21.0	0.0321	1.31	13.1	0.1434	1.87	18.7
	0.0211	3.05	30.5	0.0138	1.70	17.0	0.0390	1.08	10.8	0.1769	1.51	15.1
	0.0644	1.00	10.0	0.0145	1.62	16.2	0.0406	1.04	10.4	0.2680	1.00	10.0
2007	0.0349	2.26	22.6	0.0246	1.28	12.8	0.0530	1.13	11.3	0.2970	1.15	11.5
	0.0402	1.96	19.6	0.0230	1.37	13.7	0.0558	1.07	10.7	0.2973	1.15	11.5
	0.0421	1.87	18.7	0.0265	1.18	11.8	0.0599	1.00	10.0	0.2865	1.19	11.9
	0.0394	2.00	20.0	0.0314	1.00	10.0	0.0509	1.18	11.8	0.3343	1.02	10.2
	0.0343	2.29	22.9	0.0192	1.64	16.4	0.0499	1.20	12.0	0.2333	1.47	14.7
	0.0330	2.38	23.8	0.0217	1.45	14.5	0.0569	1.05	10.5	0.2655	1.29	12.9
	0.0787	1.00	10.0	0.0226	1.39	13.9	0.0584	1.03	10.3	0.3421	1.00	10.0

De posse desses dados e critérios, cria-se uma imagem de “custos” – dificuldades de crescimento – apontados pela transformação dos resultados da “cadeia de Markov”- ver figuras: 38, 41, 44, 47 (2002) e 50, 53, 56, 59 (2007). Essas imagens são geradas a partir do módulo *cost* do sistema *Idrisi*. Após, é aplicado um *overlay* de multiplicação com a imagem *friction*, sendo as imagens resultantes, respectivamente, a representação das possibilidades de expansão espacial e a irradiação.

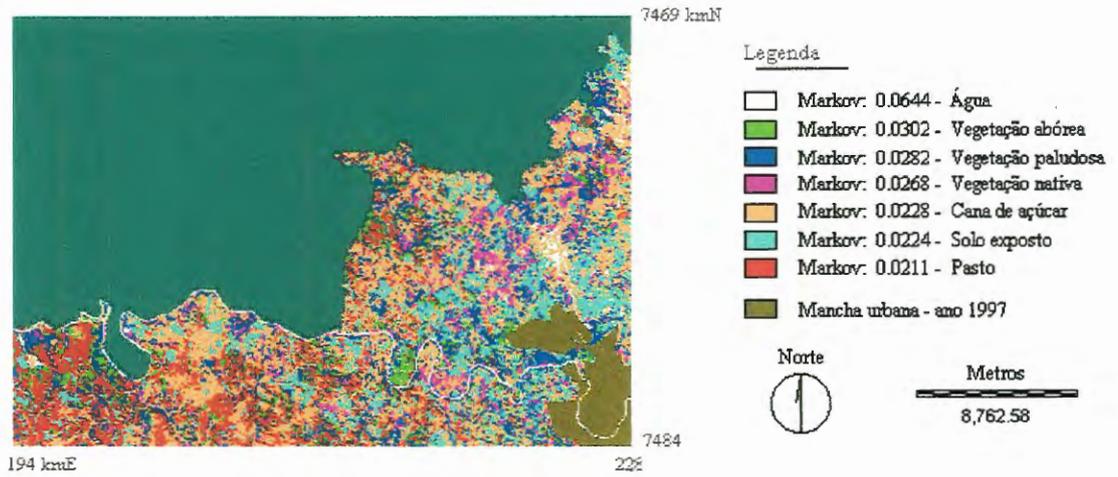


Figura 37 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. NW ano 2002”

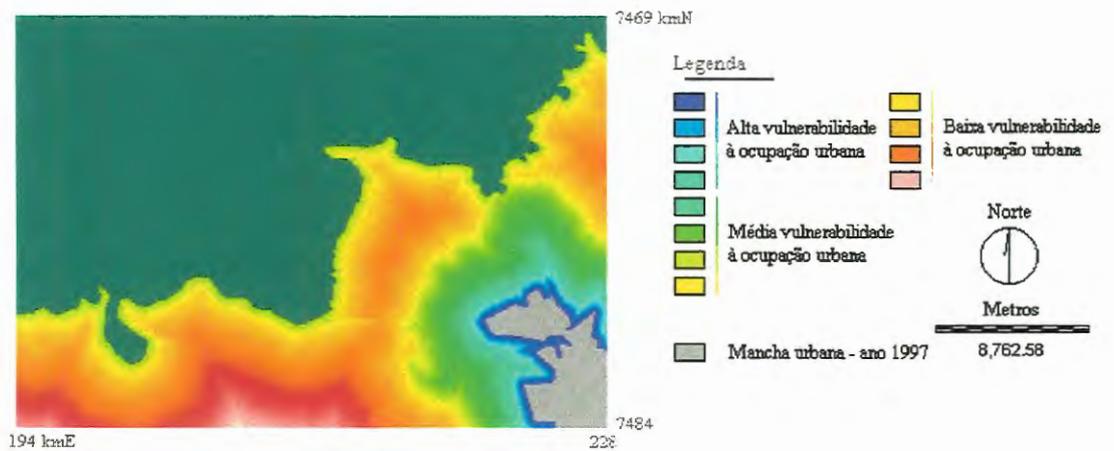


Figura 38 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. NW ano 2002”

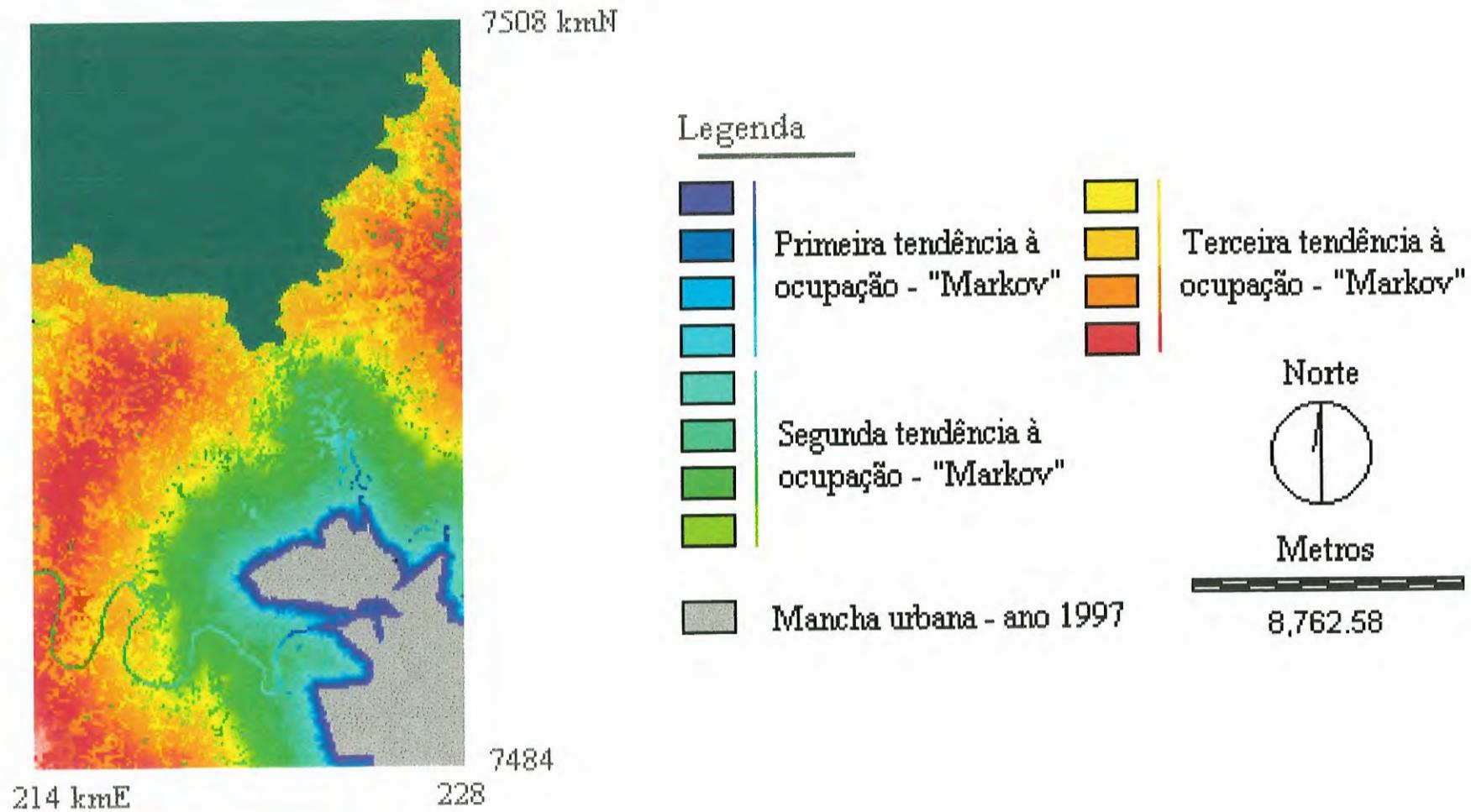


Figura 39 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. NW - ANO 2002
 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"

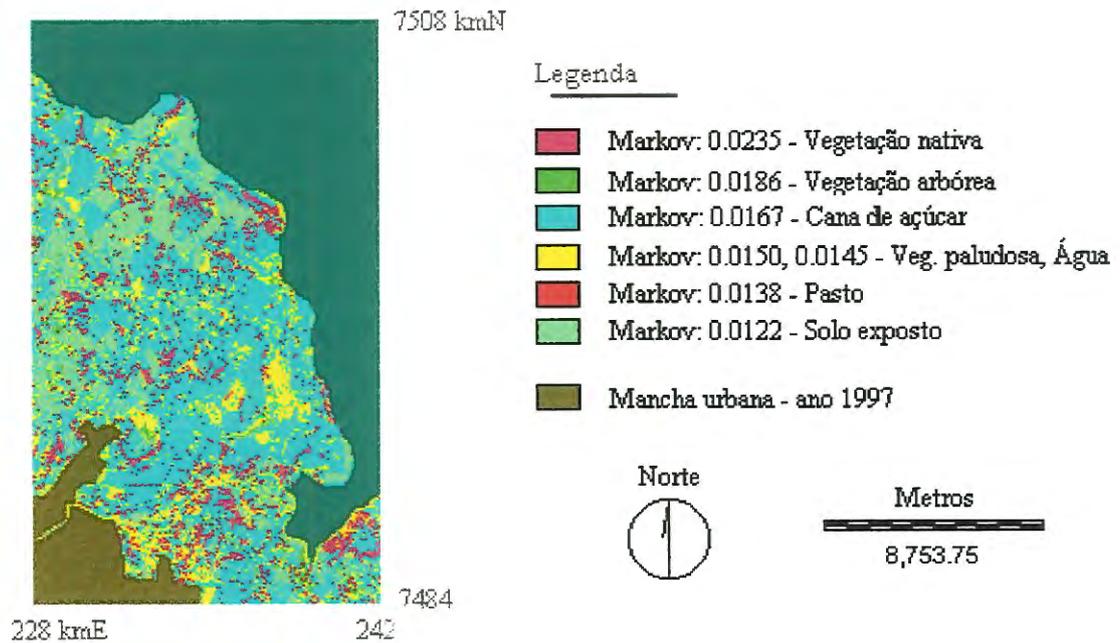


Figura 40 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. NE ano 2002”

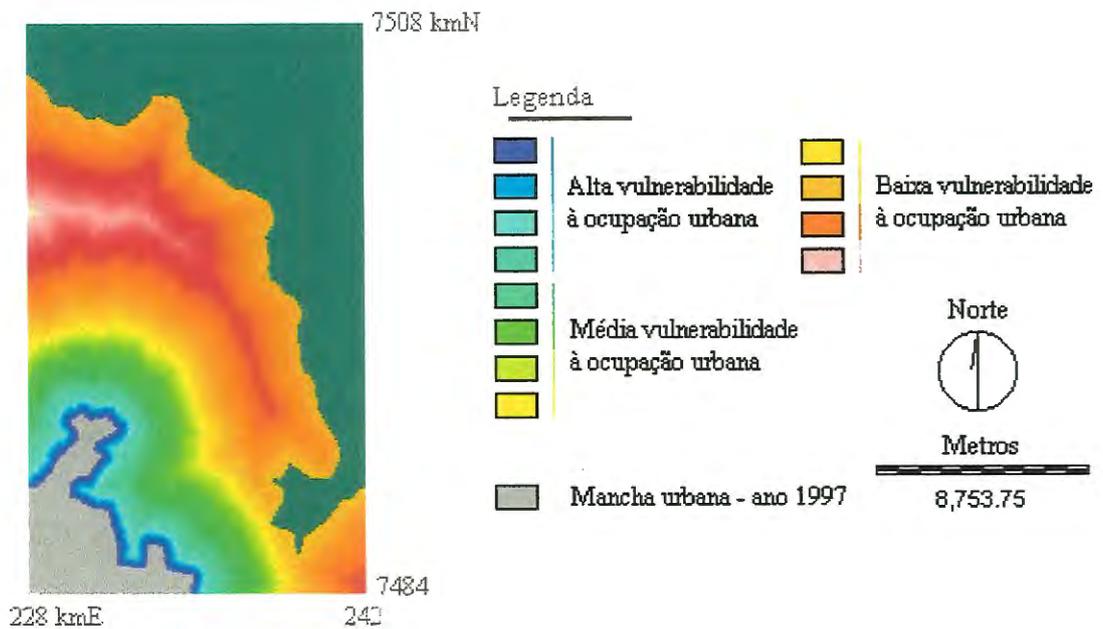


Figura 41 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. NE ano 2002”

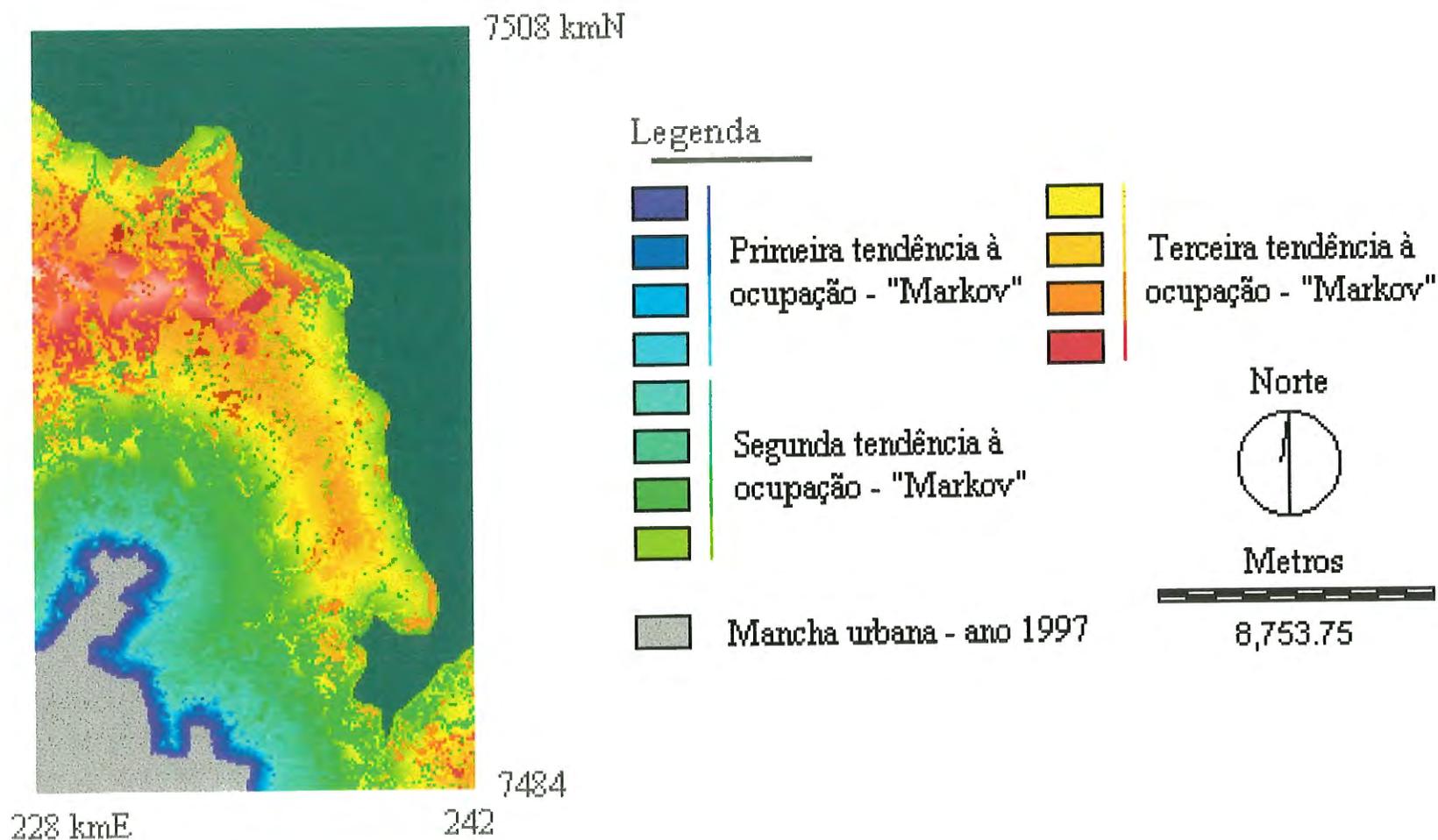


Figura 42 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. NE - ANO 2002 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"

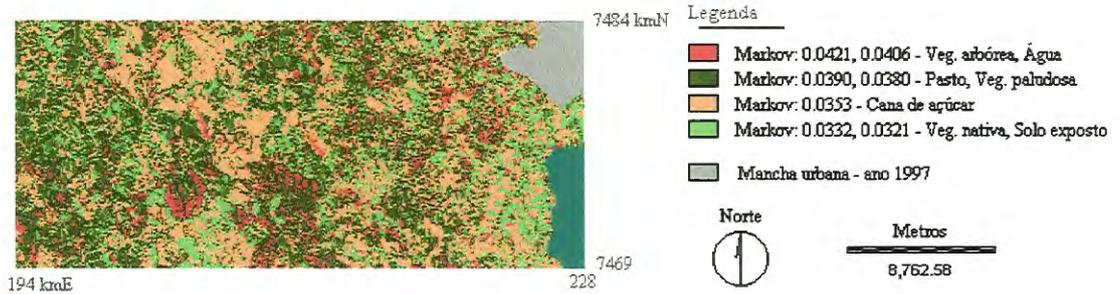


Figura 43 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. SW ano 2002”

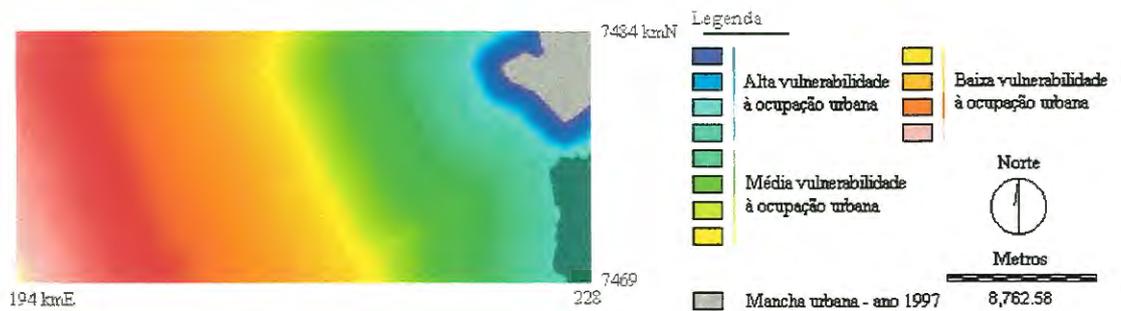


Figura 44 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. SW ano 2002”

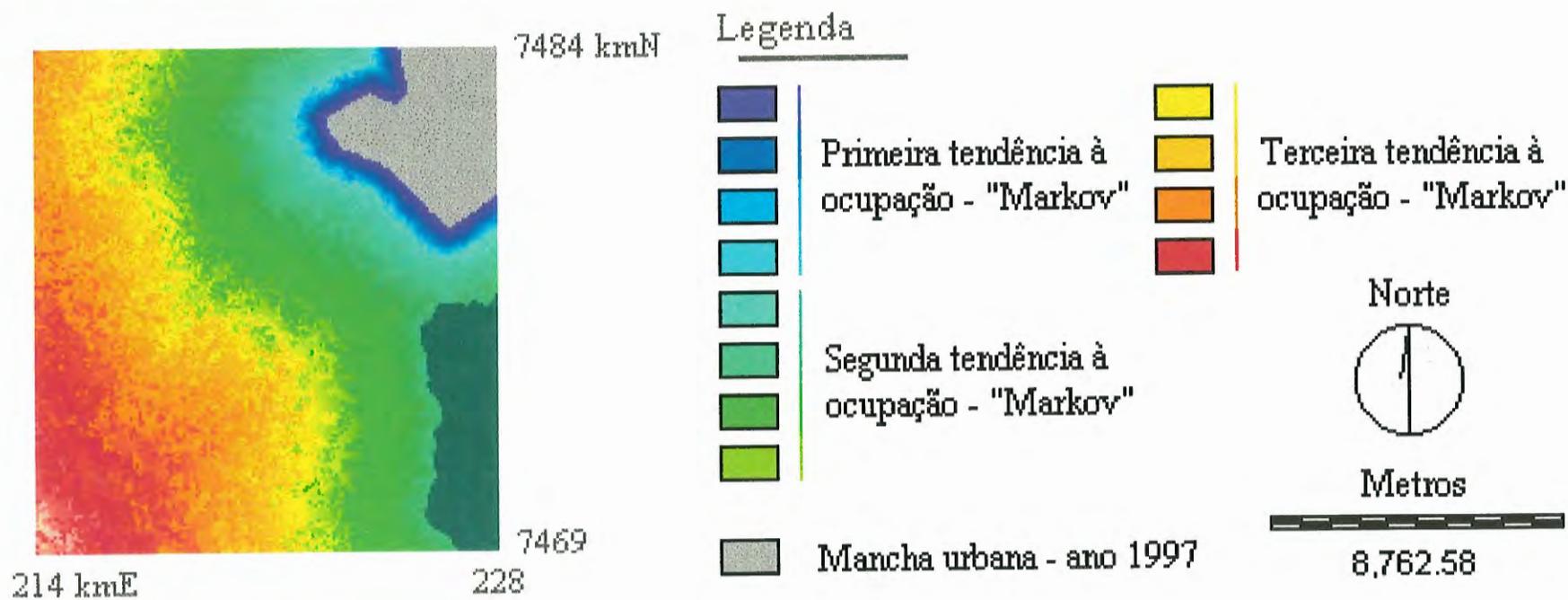


Figura 45 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. SW - ANO 2002
 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"



Figura 46 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. SE ano 2002”

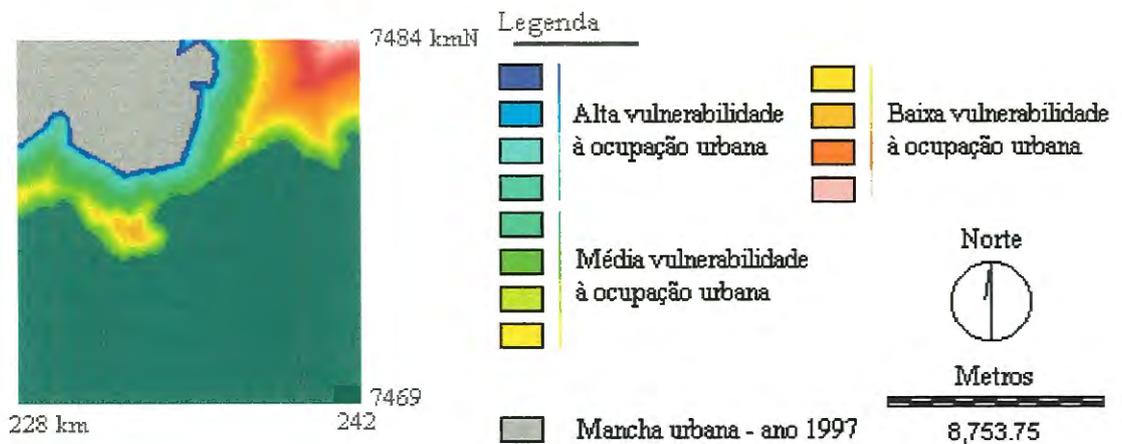


Figura 47 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. SE ano 2002”



Figura 48 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. SE - ANO 2002
 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"

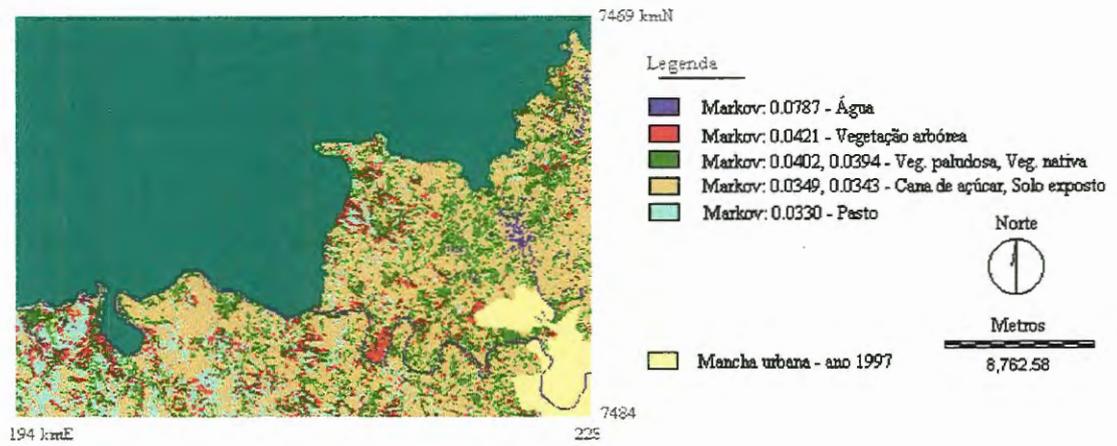


Figura 49 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. NW ano 2007”

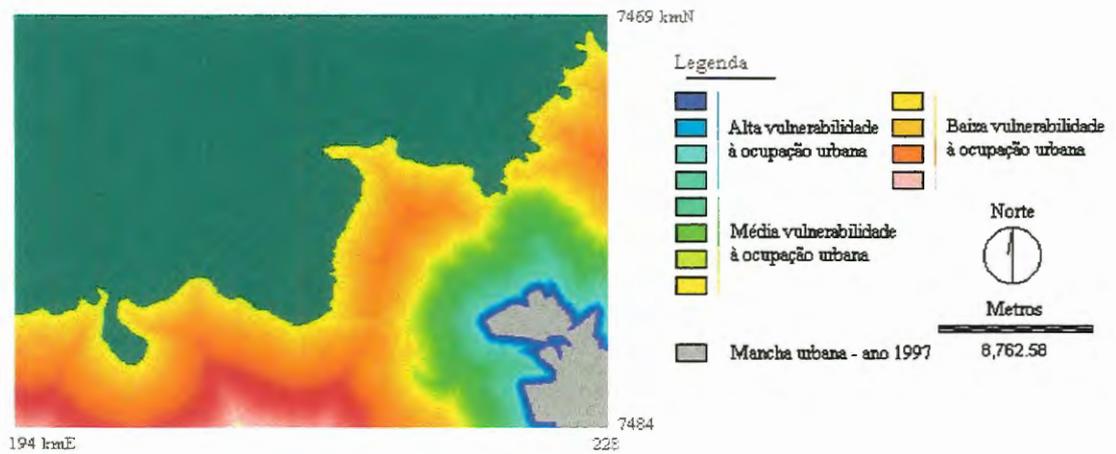


Figura 50 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. NW ano 2007”

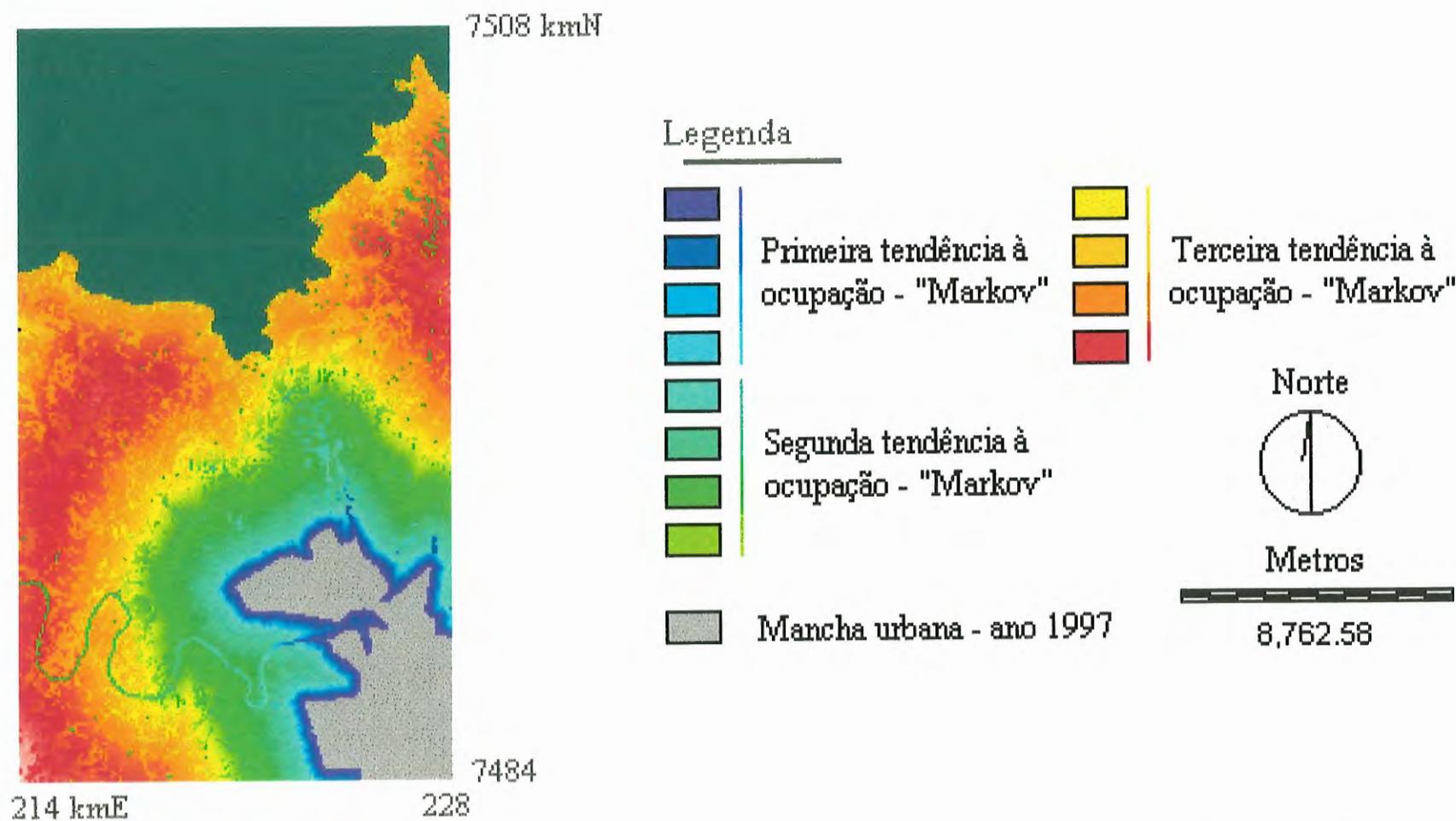


Figura 51 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. NW - ANO 2007
 "PROCESSO MARKOV – TENDÊNCIAS"

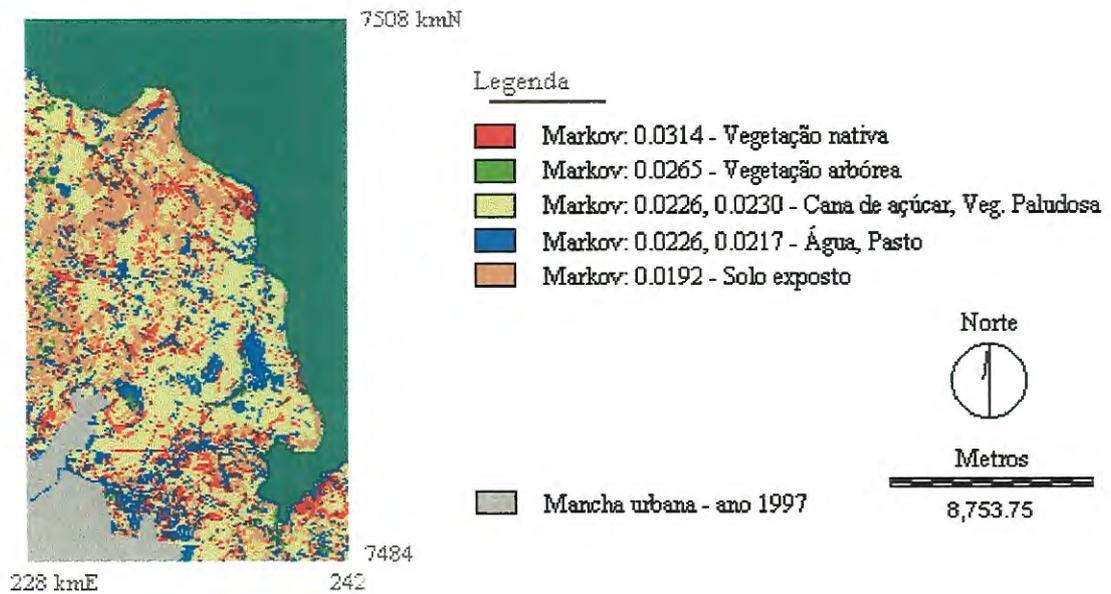


Figura 52 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. NE ano 2007”

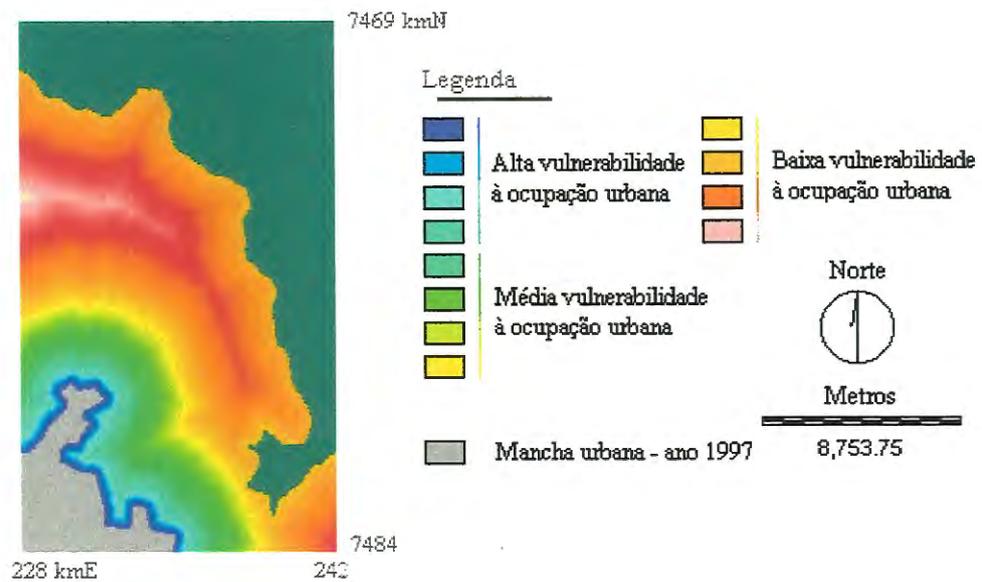


Figura 53 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. NE ano 2007”

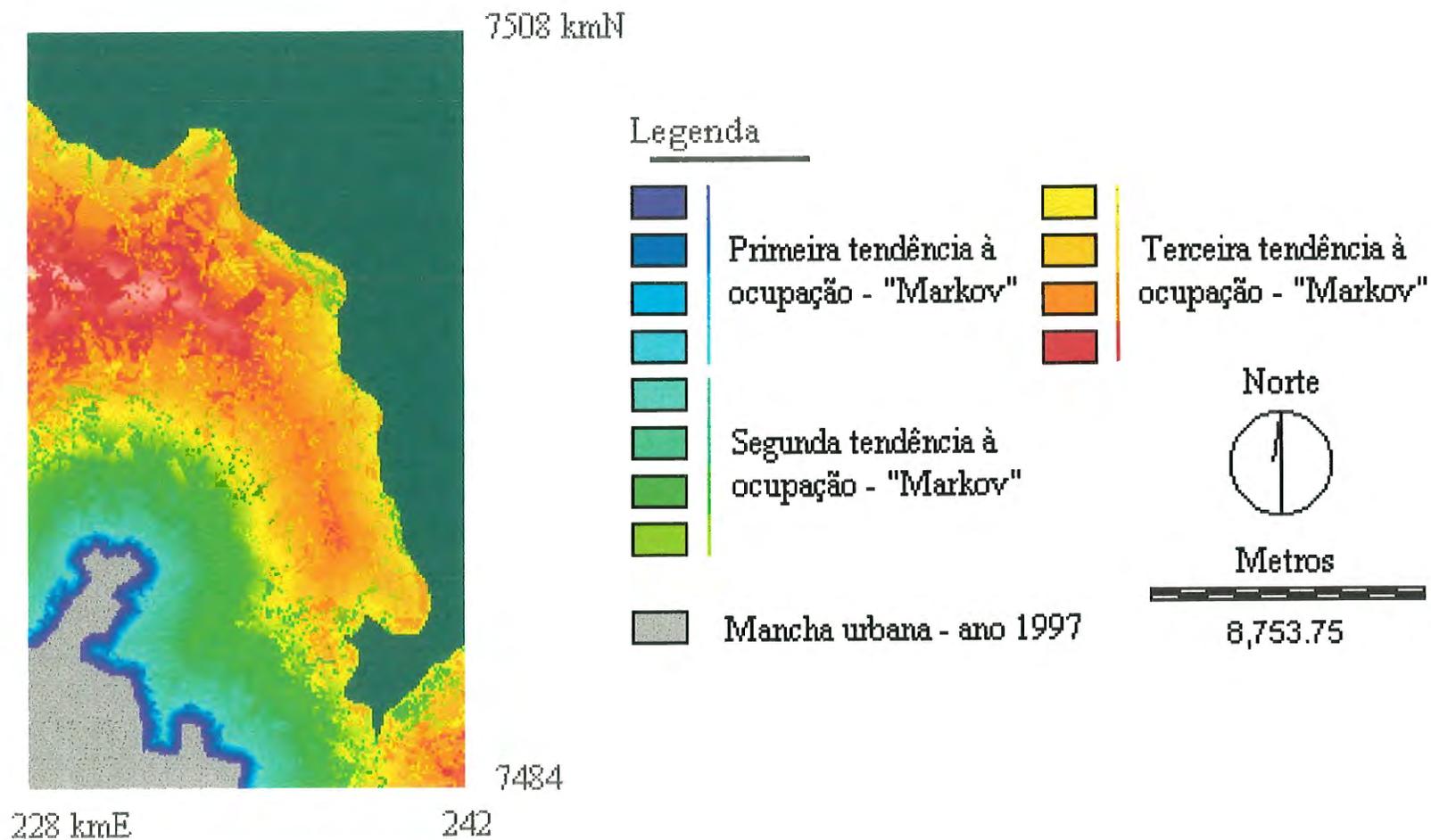


Figura 54 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. NE - ANO 2007
 "PROCESSO MARKOV – TENDÊNCIAS"

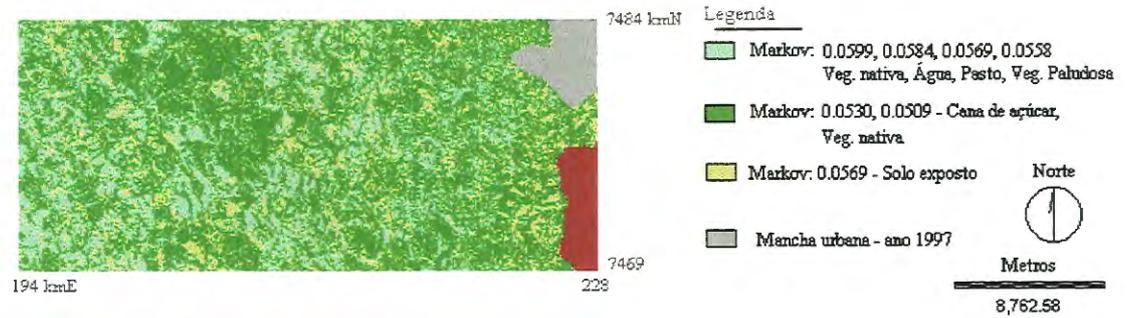


Figura 55 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
“Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. SW ano 2007”

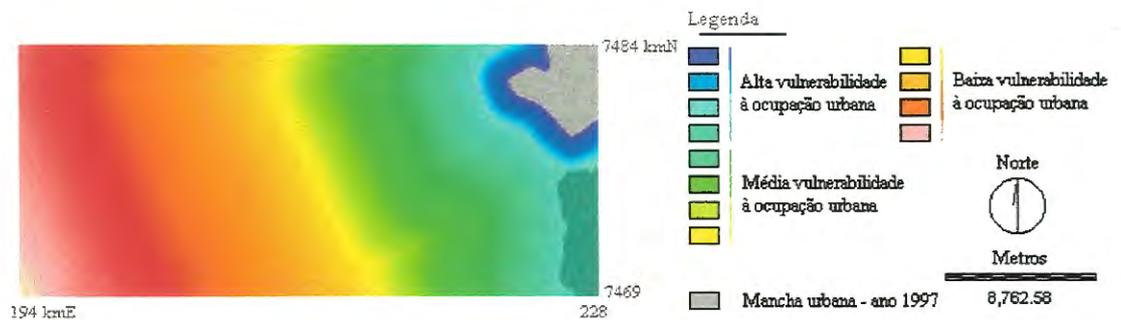


Figura 56 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
“Irradiação da tendência por Markov - QD. SW ano 2007”

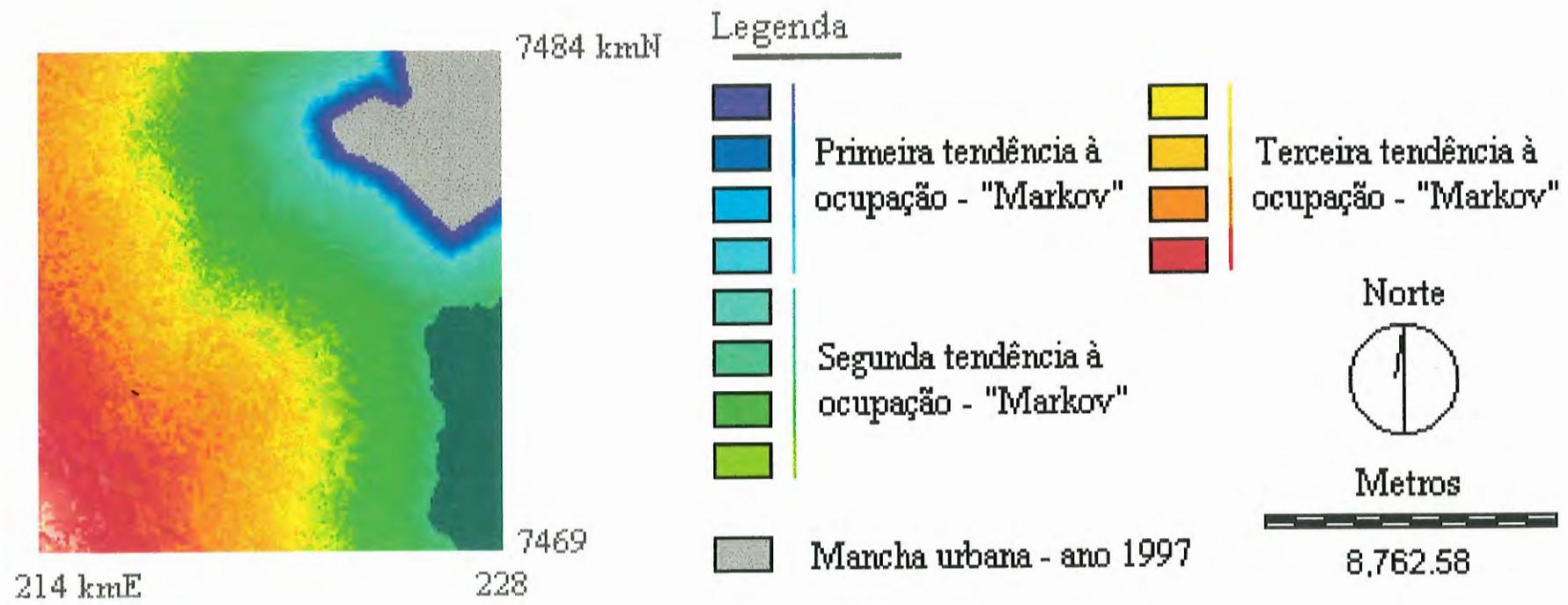


Figura 57 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. SW - ANO 2007 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"



Figura 58 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE ATRITOS – ID MARKOV
 “Tendência da ocupação urbana por Markov - QD. SE ano 2007”

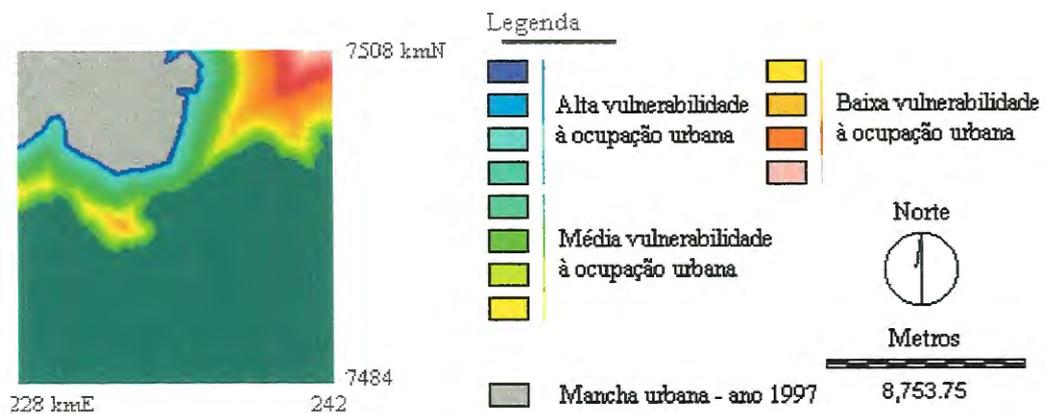


Figura 59 - IMAGEM REPRESENTATIVA DE CUSTOS – OCUPAÇÃO URBANA
 “Irradiação da tendência por Markov - QD. SE ano 2007”

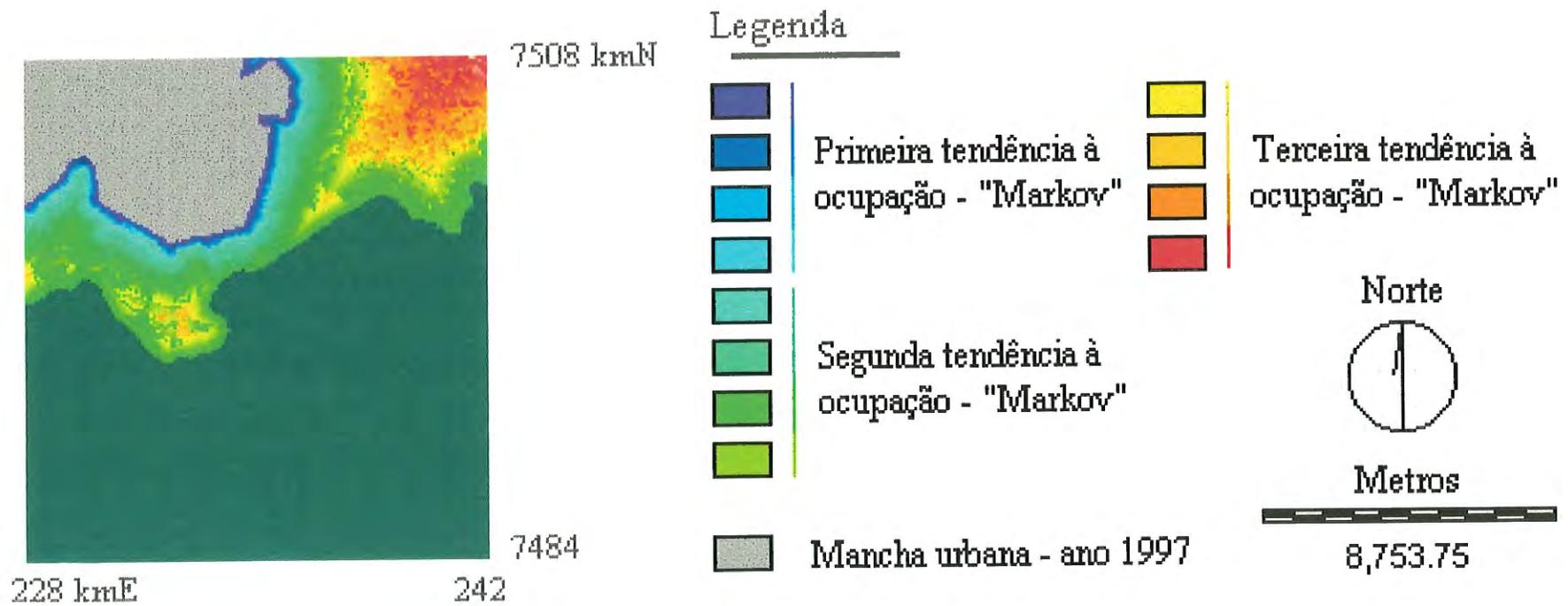


Figura 60 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA EXPANSÃO URBANA - QD. SE - ANO 2007
 "PROCESSO MARKOV - TENDÊNCIAS"

A espacialização dos resultados obtidos através da aplicação da “cadeia de Markov” – figuras anteriores – pôde demonstrar a aplicabilidade de um sistema de informações, adequadamente estruturado para atender as indagações no que tange à **gestão do território**, com vistas a subsidiar as tomadas de decisões quanto ao planejamento urbano e ambiental.

Portanto, os principais elementos adotados por esta tese, a metodologia apresentada e instrumentais, resgatam com propriedade a capacidade de se prever as **possibilidades e tendências** de ocupação do solo.

Esses procedimentos vêm orientar o planejamento do processo de desenvolvimento regional, resgatando o princípio de um paradigma contemporâneo: a **sustentabilidade** do ambiente e do território.

Apontam, também, quando correlacionados com os resultados mais adiante - **zoneamento ambiental sustentado** –, a capacidade de suporte que tem o território em questão a um processo de desenvolvimento regional. Nesse sentido, este trabalho resgata o que é apontado por BECK⁵² (1988), quando citado por JACOBI (1997): “*a lógica da distribuição de riscos.*”

Partindo desses resultados, fica demonstrada a necessidade de se “incrementarem os meios e o acesso à informação”, como “possibilidades de formulação de políticas públicas minimizadoras ou preventivas” (JACOBI, 1997).

Isso posto, pode-se confirmar a hipótese enunciada pela tese. Pois os resultados que se agregam, resgatam a compreensão dos riscos existentes que afetam a **natureza e a sociedade**.

⁵² BECK, U. (1994). *Risk society*. London, Sage Publications.

4.2.4- Um modelo na indução de desenvolvimento: zoneamento ambiental sustentado

Na implementação da carta **zoneamento ambiental sustentado**, percorreu-se o uso da legislação pertinente no que concerne à ocupação do solo pelas atividades urbanas. Nesse aspecto, a Lei Lehmann, anteriormente citada, tem como diretriz de definição os intervalos de declividade apropriados à essa atividade – ver figura 61.

Esta imagem foi gerada a partir de uma imagem de elevação digital do terreno, sendo nesta aplicado o módulo *surface analysis / slope*. Houve, em seguida, o uso do módulo *reclass*, adequando os intervalos de declividade propostos na citada Lei Lehmann.

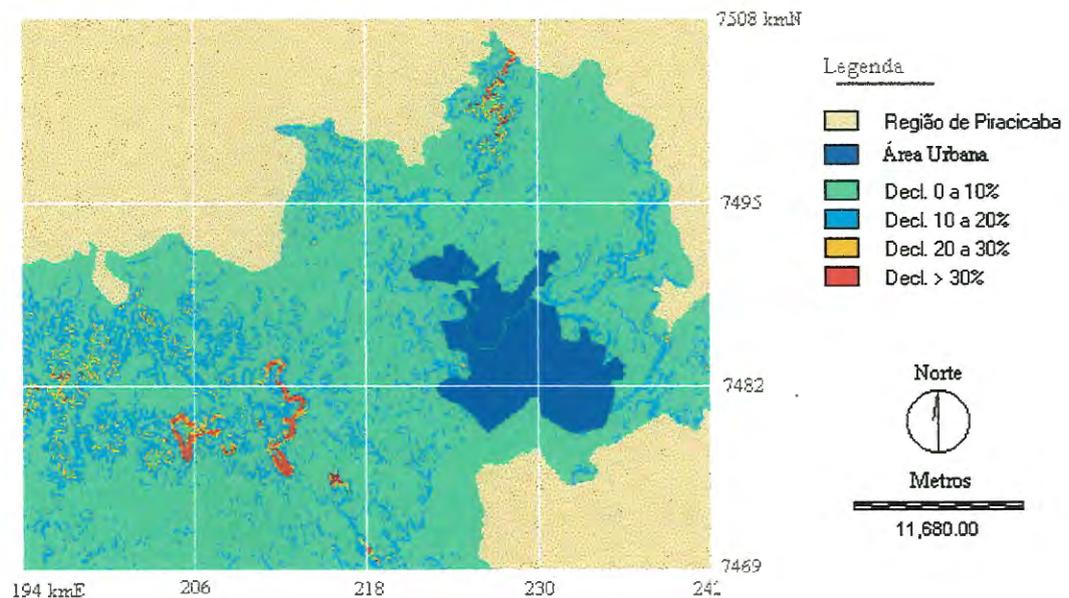


Figura 61 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA DECLIVIDADE
(aplicação da LEI LEHMANN)

No entanto, outras variáveis se fazem necessárias, quais sejam:

- a) restrições no que tange aos recursos hídricos, aplicação do código florestal – áreas impróprias à ocupação - aqui denominadas área de **preservação permanente**;
- b) restrições quanto ao solo – **pedologia**: fragilidade – **areia quartzosa**;
- c) restrições quanto ao substrato rochoso – **geologia**: área de recarga de aquífero - **Botucatu Pirambóia**.

Quanto aos itens anteriores, procedeu-se a implementação do banco de dados temáticos. Em decorrência das restrições impostas pelo Código Florestal – faixas de preservação permanente -, foi aplicado um *buffer* na imagem representativa do sistema de drenagem (rios) individualmente: Rio Piracicaba, adotando-se uma faixa de 200 metros; Rio Corumbataí, adotando-se uma faixa de 100 metros, demais rios adotando-se uma faixa de 30 metros.

Após, foi feito um *overlay* de soma das imagens geradas individualmente, tendo assim uma imagem representativa do que se chamou de área de **preservação permanente**. No entanto, como essa é uma condição restritiva, a imagem foi reclassificada; a faixa de preservação recebeu identificador 0 (zero), as demais, o identificador 1 (um).

No que tange aos itens **b** e **c**, procedeu-se a confecção de imagem binária a partir das imagens representativas: da **pedologia** e da **geologia**, separando respectivamente: área de **areia quartzosa** e área da Formação **Botucatu-Pirambóia**.

A seguir, procedeu-se um *overlay* de soma entre essas duas imagens binárias. Esse procedimento permite a separação através da sobreposição, de área comum às duas – área de **recarga de aquífero**. Após aplicou-se o módulo *reclass* – área comum a duas recebe um identificador 0 (zero), demais recebem

um identificador 1 (um). Portanto, a imagem gerada representa a que se chamou de área de **relevância ambiental**.

Todas essas variáveis foram utilizadas no sentido de se ter um mapeamento agrupado, possibilitando assim o cruzamento e refinamento dos dados – **potencialidade ambiental** – definindo-se então a carta **zoneamento ambiental sustentado** (conforme metodologia apresentada – capítulo 3), através do seguinte procedimento:

1. Aplica-se um *overlay* de multiplicação entre as imagens: **declividade**, *buffer rios* reclassificada e a imagem binária da área de **relevância ambiental**, obtendo-se a imagem – figura 62:

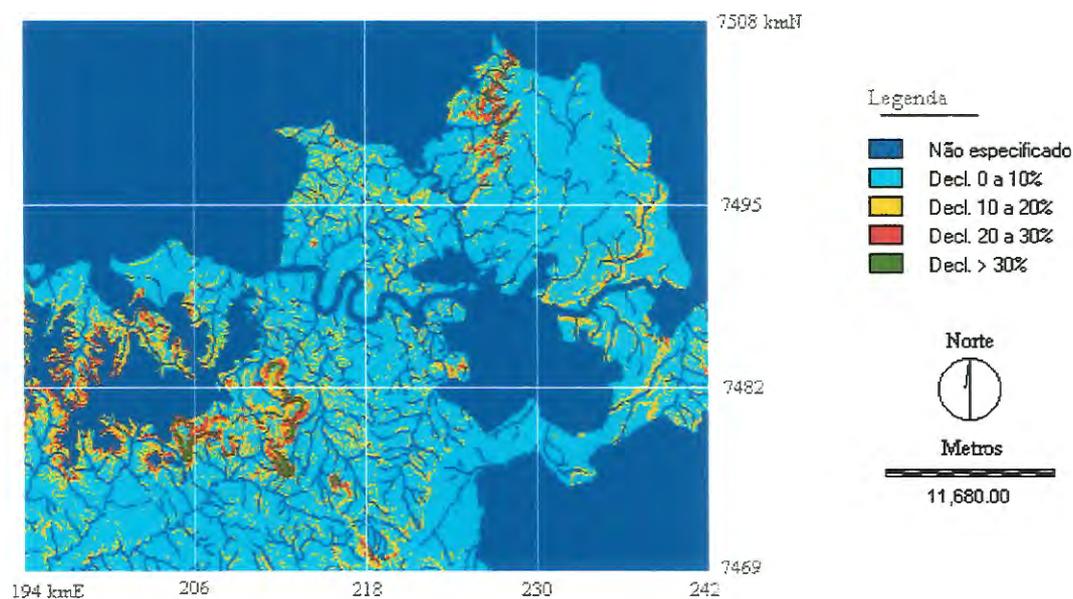


Figura 62 - IMAGEM REPRESENTATIVA – DECLIVIDADE, PRESERVAÇÃO PERMANENTE, RELEVÂNCIA AMBIENTAL E URBANO

2. Aplica-se um *overlay* de multiplicação entre as imagens: **suscetibilidade à erosão**, *buffer rios* reclassificada e a imagem binária da área de **relevância ambiental**, obtendo-se a imagem a seguir:

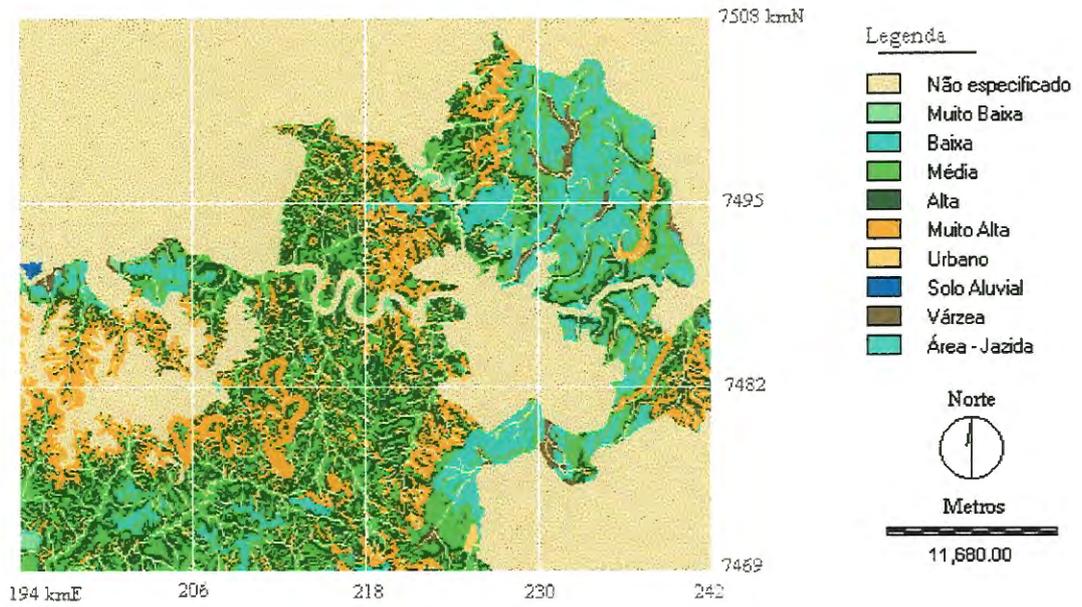


Figura 63 - IMAGEM REPRESENTATIVA – SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO, PRESERVAÇÃO PERMANENTE, RELEVÂNCIA AMBIENTAL E URBANO

3. A partir da imagem – figura 63 -, aplica-se então o módulo *crosstab* juntamente com a imagem anterior - figura 61 -; após, reclassifica-se conforme fator de ponderação – quadro 49, tem-se, então a figura 64.

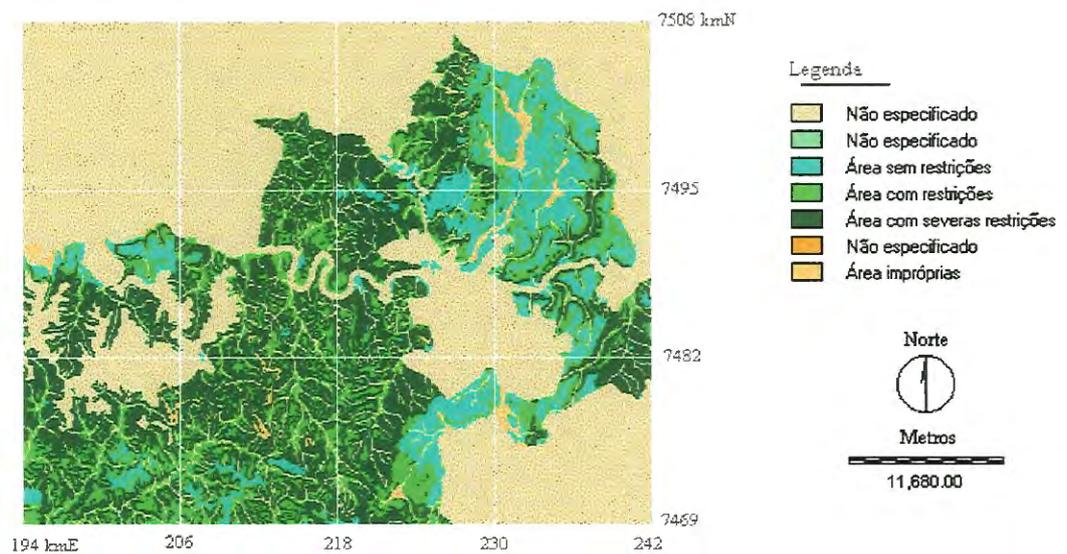


Figura 64 - IMAGEM REPRESENTATIVA – SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL

Na adequabilidade ou na aptidão de cada variável frente à indução de crescimento na ocupação urbana, buscou-se valorar estas variáveis, de forma que os fatores de agregação pudessem representar a potencialidade ambiental local.

Desta forma, nas ponderações adotadas - ver quadro 49 - o maior valor indica um grau maior de adequabilidade à ocupação urbana.

Desse modo, cria-se arquivos e imagens *friction* - área de **preservação permanente**; área de **relevância ambiental** e área **urbana** - com o auxílio dos módulos: *edit / assign*, com o objetivo de obter-se a imagem final - **zoneamento ambiental sustentado** - através do módulo *overlay* de soma aplicado sobre a imagem representativa da suscetibilidade ambiental - figura 64 - conforme indicativo do quadro 49.

Quadro 49

**PONDERAÇÃO DOS FATORES DE INDUÇÃO
ATIVIDADE URBANAS**

Fator de Indução	Classificação Categoria	Atributo Ponderação
Rede de Drenagem	Rio Principal - Piracicaba (200m)	0
	Rio Secundário - Corumbataí (100m)	0
	Demais Rios - (30m)	0
Declividade	0 a 10%	5
	10 a 20%	4
	20 a 30%	3
	> 30%	0
Suscetibilidade à Erosão	Muito baixa à Baixa	5
	Baixa à Média	4
	Média à Alta	3
	Alta à Muito Alta	0
Pedologia	Areia Quartzosa	1
Geologia	Botucatu - Pirambóia	1

No processo de ponderação dos dados, a análise utilizada mostrou-se adequada aos objetivos propostos. Com o auxílio das rotinas de apoio à decisão do *Idrisi*, através dos módulos *buffer*, *overlay* de multiplicação e de soma,

crosstab, edit - assign e reclass, procedeu-se a geração do cenário à indução de desenvolvimento urbano.

Conhecendo-se o cruzamento dessas ponderações, originou-se, portanto, o cenário final a que chamou-se de **zoneamento ambiental sustentado** (ver figura 25, apresentada no capítulo 3 – **metodologia**). Conseqüentemente, pode-se construir a espacialização distribuída dos valores absolutos e relativos dos mesmos, com o auxílio do módulo *área - sistema Idrisi*. Isso pode ser verificado no quadro 50, a seguir.

A Lei 6766, em seu artigo 3º, de 19/12/67 – Lehmann - que regula tão somente o parcelamento do solo urbano, não ofereceu conceito de zona urbana, limitando-se a reconhecer a competência da lei municipal para defini-la.

Nesse sentido, esses resultados apontam, pois, qualificação urbanística de apropriação do solo para futuras expansões, as áreas favoráveis e as que devam ser controladas por disciplinamento de lei especial urbanística; eles vêm resgatar essa lacuna, entendendo que essas áreas devem ser desde logo delimitadas, conforme evocado por AGUIAR (1996), quando discorre sobre a destinação do solo – *zoneamento de uso*.

Quadro 50

ÁREAS TOTAIS RELATIVAS DAS CLASSES
“ZONEAMENTO AMBIENTAL” - (Ref. Figura 25)

Classificação	Área Absoluta - ha	Área Relativa - %
Área de Preservação Permanente	13628.25	11.44
Área sem restrições à ocupação	16061.94	13.48
Área com restrições médias a elevada à ocupação	24067.89	20.21
Área com restrições severas à ocupação	45291.96	38.02
Área de Relevância Ambiental	8042.40	6.75
Área imprópria à ocupação urbana	2123.55	1.78
Área urbana – Mancha ref. ano 1987	9904.14	8.32
Total	119120.13	100.00

No entanto, para que se possa ter uma análise detalhada, busca-se fragmentar esse resultado – cenário: **zoneamento ambiental sustentado** - em quadrantes. Isso, permitirá um cruzamento e um agrupamento visual com as indicações de crescimento verificadas pelo estudo da “cadeia de Markov”, apontando as potencialidades e restrições no que tange às possibilidades de desenvolvimento da urbanização.

4.2.4.1- Quadrante Noroeste

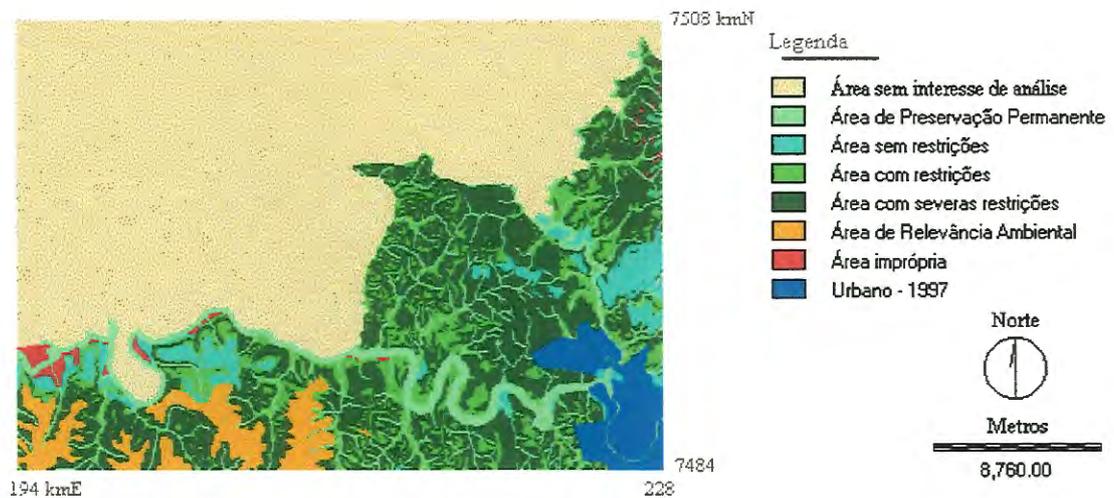


Figura 65 - IMAGEM REPRESENTATIVA – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Quadro 51

**ÁREAS TOTAIS RELATIVAS DAS CLASSES
“ZONEAMENTO AMBIENTAL” - QD. NW**

Classificação	Área	Área
	Absoluta - ha	Relativa - %
Área de Preservação Permanente	6031.44	15.65
Área sem restrições à ocupação	2877.30	7.46
Área com restrições médias a elevada à ocupação	6329.79	16.42
Área com restrições severas à ocupação	17114.49	44.40
Área de Relevância Ambiental	3090.60	8.02
Área imprópria à ocupação urbana	415.80	1.08
Área urbana – Mancha ref. ano 1987	2685.24	6.97
Total	38544.66	100.00

4.2.4.2- Quadrante Nordeste

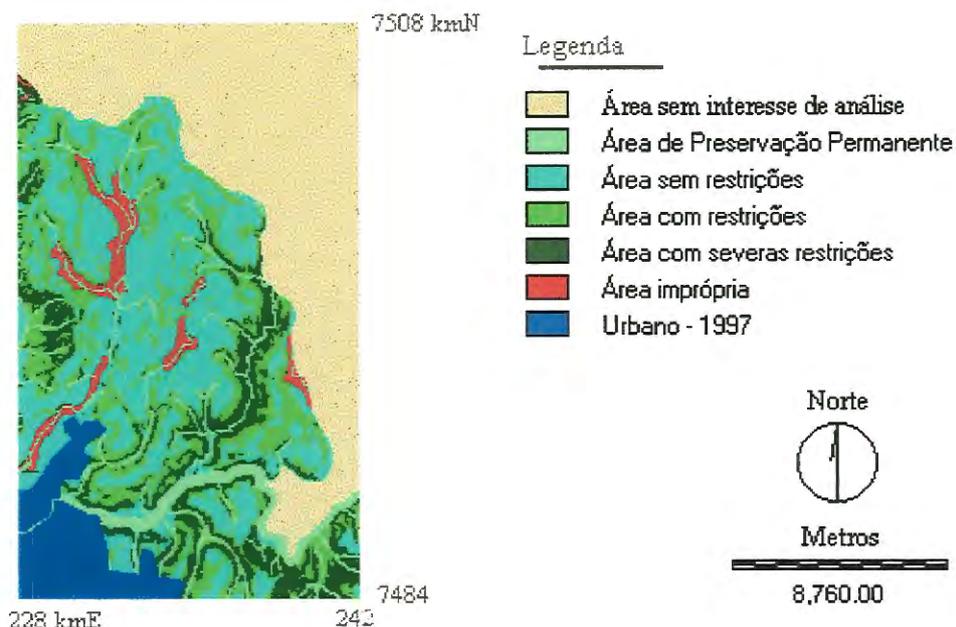


Figura 66 - IMAGEM REPRESENTATIVA – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Quadro 52

ÁREAS TOTAIS RELATIVAS DAS CLASSES
“ZONEAMENTO AMBIENTAL” - QD. NE

Classificação	Área Absoluta - ha	Área Relativa - %
Área de Preservação Permanente	2200.41	9.90
Área sem restrições à ocupação	8516.88	38.30
Área com restrições médias a elevada à ocupação	5168.61	23.24
Área com restrições severas à ocupação	3353.49	15.08
Área imprópria à ocupação urbana	818.55	3.68
Área urbana – Mancha ref. ano 1987	2180.61	9.80
Total	22238.55	100.00

4.2.4.3- Quadrante Sudoeste

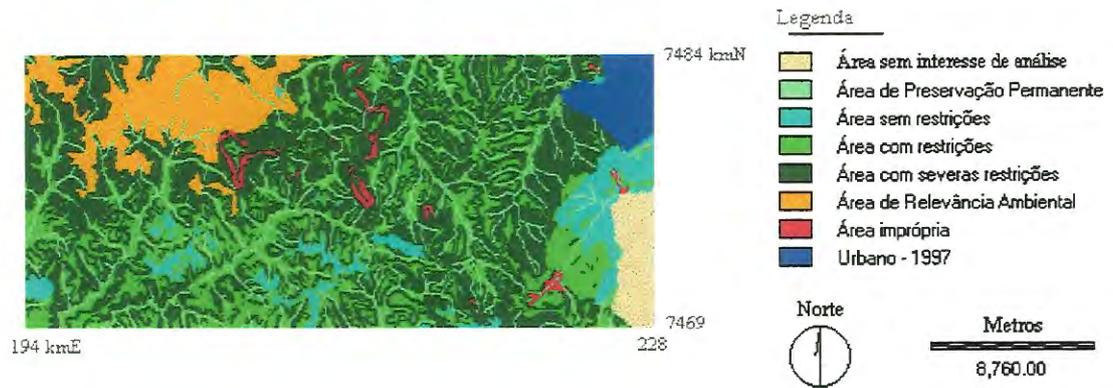


Figura 67 - IMAGEM REPRESENTATIVA – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Quadro 53

ÁREAS TOTAIS RELATIVAS DAS CLASSES
“ZONEAMENTO AMBIENTAL” - QD. SW

Classificação	Área	Área
	Absoluta - ha	Relativa - %
Área de Preservação Permanente	4869.54	9.83
Área sem restrições à ocupação	3011.58	6.08
Área com restrições médias a elevada à ocupação	11508.57	23.24
Área com restrições severas à ocupação	22834.89	46.12
Área de Relevância Ambiental	4951.80	10.00
Área imprópria à ocupação urbana	647.91	1.31
Área urbana – Mancha ref. ano 1987	1689.39	3.42
Total	49513.68	100.00

4.2.4.4- Quadrante Sudeste

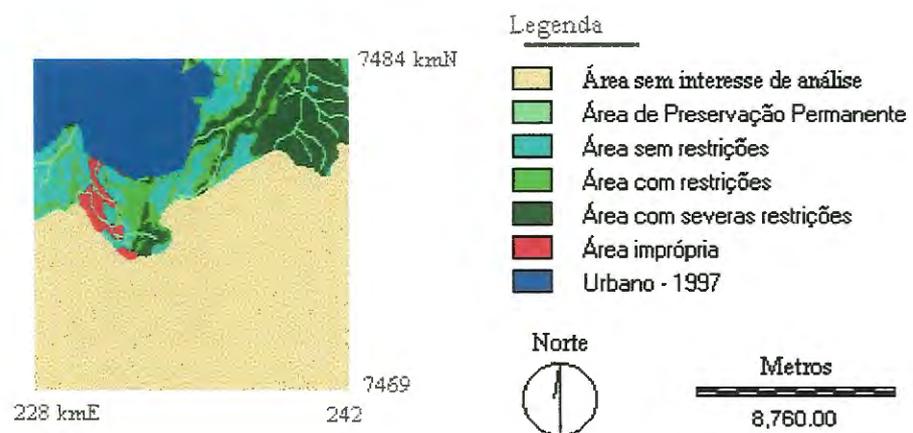


Figura 68 - IMAGEM REPRESENTATIVA – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Quadro 54

ÁREAS TOTAIS RELATIVAS DAS CLASSES
“ZONEAMENTO AMBIENTAL” - QD. SE

Classificação	Área Absoluta - ha	Área Relativa - %
Área de Preservação Permanente	526.86	5.97
Área sem restrições à ocupação	1656.18	18.77
Área com restrições médias a elevada à ocupação	1060.92	12.02
Área com restrições severas à ocupação	1989.09	22.54
Área imprópria à ocupação urbana	241.29	2.73
Área urbana – Mancha ref. ano 1987	3348.90	37.97
Total	8823.24	100.00

Os resultados apontados pelos quadros 50 a 53 indicam uma alta concentração da classificação: **área com restrições médias a elevada**, e **área com restrições severas à ocupação** pelas atividades urbanas.

Isso posto, pode-se resgatar alguns comentários já apontados anteriormente. Entretanto, faz-se necessário compartilhar do que foi dito por MACHADO (1992), quando discorre sobre “desenvolvimento planejado”, como elementos fundamentais de suporte à tomada de decisões futuras sobre a região de estudo desta tese.

→ “O zoneamento deve ser a consequência do planejamento. Um planejamento mal estruturado poderá ensejar um zoneamento incorreto e inadequado.(...) No Brasil não se há de perder de vista a organização federal do país. A Constituição de 1946 previa um Plano Nacional de Viação (art. 5º, X). A Constituição de 1967 e a Emenda de 1969 passam a prever plano nacional e regional de desenvolvimento (art. 8º, V e XIV) e plano nacional de saúde (art. 8º, XIV), como competência da União.

As decisões sobre zoneamento ambiental podem ser tomadas em nível municipal, ‘mas a maioria delas deve operar sobre um território muito extenso, dentro do qual hão de conjugar-se as correspondentes opções.

Como mínimo será o espaço regional o âmbito significativo para os pronunciamentos ambientais básicos ...” [grifos nossos]

Um outro apontamento dos resultados, que se julga de extrema importância, aponta-se na indicação da **área de relevância ambiental**, a qual representa em valor absoluto - **8042.40** ha, correspondendo a **6.75%** da região objeto de estudo pela tese.

Esse aporte referenda uma área de interesse ambiental no que concerne à recomposição do potencial das águas subterrâneas. A atividade hoje ali desenvolvida refere-se à agrária. Nesse sentido, a proposta de zoneamento resgata, a princípio, o disposto na Portaria Normativa IBAMA 139, de 21 de Dezembro de 1994, quando evoca:

“A classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental baseia-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, carcinogênico e teratogênico ...”

Essa é uma área de formação geológica rochosa – Botucatu-Pirambóia - e com composição do solo de areia quartzosa, a qual, devido ao alto grau de permeabilidade para transmitir e armazenar quantidades significativas de água, assume como sendo **área de recarga de aquífero**, na qual as águas de precipitação pluviométrica assumem a importância significativa e vital para a região no que se refere ao armazenamento.

No entanto, como é mostrado pelas figuras 69, 70, 71 e quadro 55, a seguir, houve uma intensa modificação da flora ali presente, o que significa que as atividades econômicas - **cultura de cana e outras** – têm contabilizado, nesse sistema produtivo, áreas com intensa degradação.

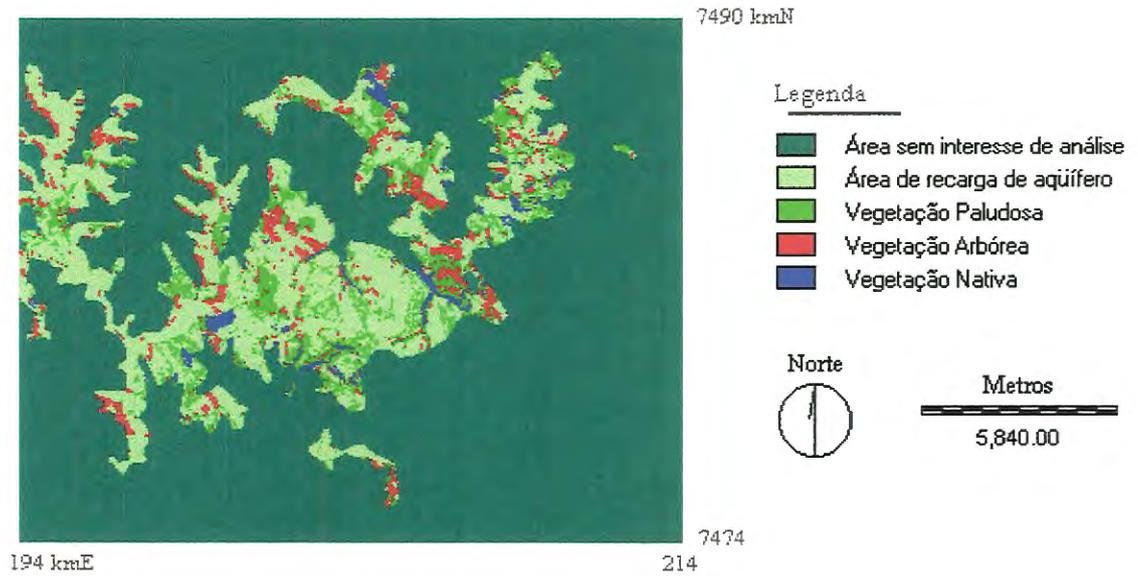


Figura 69 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ÁREA DE RECARGA DE AQUIFERO - COBERTURA VEGETAL - ANO DE 1987

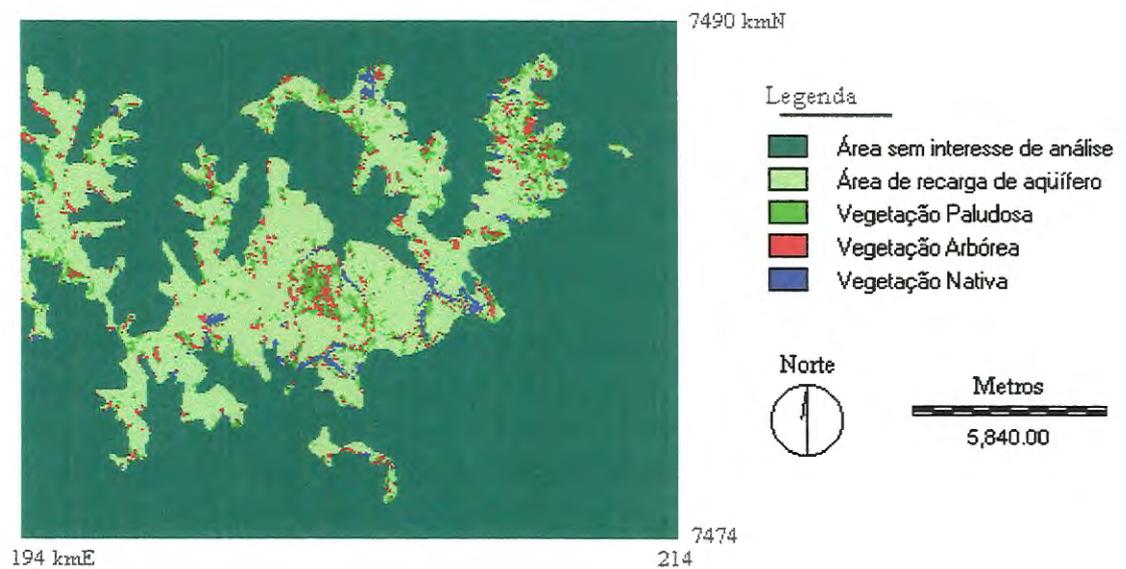


Figura 70 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ÁREA DE RECARGA DE AQUIFERO - COBERTURA VEGETAL - ANO DE 1992

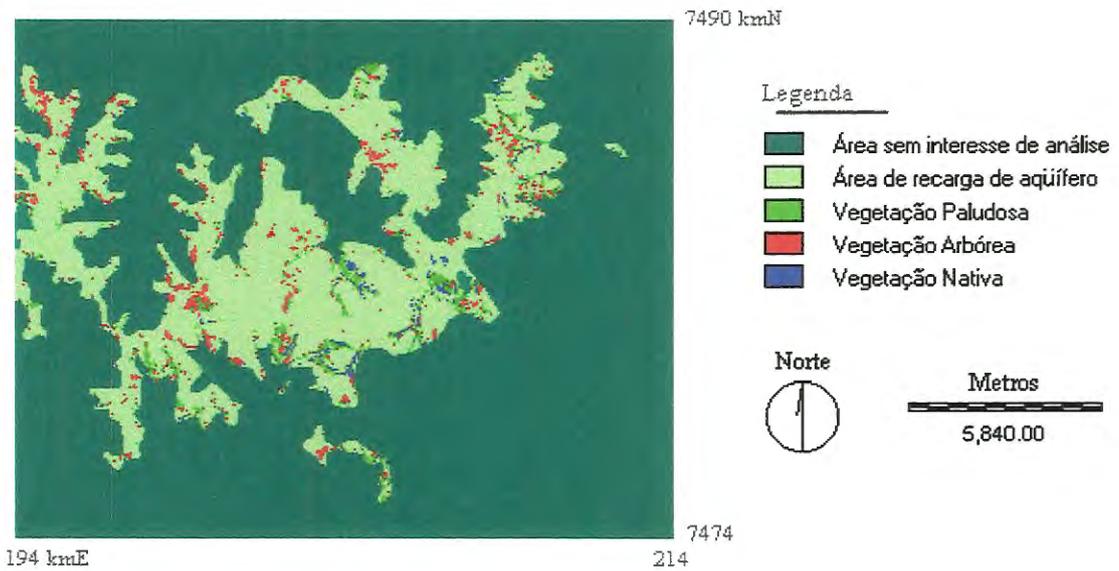


Figura 71 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ÁREA DE RECARGA DE AQUIFERO - COBERTURA VEGETAL - ANO DE 1997

Quadro 55

ÁREAS TOTAIS: ABSOLUTAS E RELATIVAS DAS CLASSES DE OCUPAÇÃO DO SOLO POR COBERTURA VEGETAL

Área Recarga Aquífero	Classificação	Ano de 1987		Ano de 1992		Ano de 1997	
		Abs. - ha	R. -%	Abs. - ha	R. -%	Abs. - ha	R. -%
8257.41 ha	Vegetação Paludosa	1788.57	21.66	940.77	11.39	511.38	6.19
	Vegetação Arbórea	934.65	11.32	527.76	6.39	468.72	5.68
	Vegetação Nativa	365.22	4.42	292.95	3.55	187.37	2.27
Total - 100 %		3088.44	37.40	1761.48	21.33	1167.47	14.14

Os dados do quadro 55 apontam um grau de fragilidade muito forte desse espaço do território. A perda da biodiversidade local, no que tange à cobertura vegetal, foi de 23.26% (vinte e três ponto vinte e seis por cento) num período de dez anos. Portanto, se atualizados esses dados, poderá ser percebida a extensão da degradação que o ambiente vem sofrendo.

Entretanto, ao analisar-se o Código Florestal , Lei Federal 4771/65 em seu art. 16, verificar-se-á a necessidade de ter-se uma reserva florestal de no mínimo 20% (vinte por cento) dessa área. Esse fato reforça a compreensão da gravidade que o ambiente natural vem sofrendo.

O desenvolvimento das atividades agrárias ali presentes deverão, portanto, pautar-se em princípios conservacionistas do solo, da produção, da biota natural e dos recursos hídricos, de modo a não haver o comprometimento ou a contaminação do aquífero freático.

Nesse aspecto, a proposta de zoneamento - **área de relevância ambiental** – resgata o “poder de polícia”, “que atua com a finalidade de garantir a salubridade, a tranqüilidade, a paz, a saúde, o bem estar” do ser humano. (MACHADO, 1992)

“As ações futuras do homem podem ou não comprometer o equilíbrio desse ecossistema e elevar ou degradar a qualidade de vida” (MACHADO, 1992). Ora, a região objeto de estudo é um espaço de interesses difusos, proporcionados pela possibilidade da extensão da Hidrovia Tietê-Paraná com o rio Piracicaba.

Ante a esse cenário, faz-se necessário resgatar o que apontava MORENO (1995), no que tange às inter-relações socio-econômicas advindas das atividades agrícolas do período cafeeiro.

Essa reflexão poderá levar a uma compreensão à incursão dos impactos ambientais desse novo momento produtivo - **globalização da economia** - que vive o território objeto desta tese.

“As mencionadas inter-relações proporcionadas pelo período do café e na continuação do sistema produtivo urbano, com o apoio do sistema ferroviário para o escoamento dessa produção, constituíram o sustentáculo do crescimento urbano do interior do Estado de São Paulo,

gerando novos núcleos e firmando o processo e o seu efeito urbanizador, consolidando o complexo do tecido social urbano das regiões ocidentais paulistas.

Destes efeitos urbanizadores acelerados resultaram também fortes impactos. Primeiro, no processo da ocupação dos territórios que na sua esteira de ocupação trouxe seu efeito devastador do ambiente natural, para implantação dos meios produtivos, aliado à penetração dos trilhos das estradas de ferro, que na sua execução e posterior funcionamento, utilizaram o acervo das madeiras nobres, até então abundantes e baratas, encontradas na flora generosa. Em seguida, o comprometimento da hidrografia e do meio ambiente como um todo, ocorrido devido ao lançamento de dejetos orgânicos (esgoto doméstico) e descargas químicas poluentes.

Em seguida, a industrialização ao substituir o sistema produtivo cafeeiro e se alojando nos territórios urbanos originados por esta produção rural, provocou também impactos significativos em determinados contextos urbanos.”

A produtividade do território em questão deverá pautar-se num desenvolvimento criativo, no qual possam ser adotadas tecnologias produtivas que não destruam a sustentação da vida, propiciando a sustentabilidade em quatro domínios: “econômico, político, social e cultural” (GOULET, 1997).

E enfatiza esse autor que, a) para a “viabilidade econômica” - depende de um uso de recursos que não os esgote irreversivelmente e de um padrão de manejo resultante da produção que não destrua vida; b) para a “sustentabilidade política” – se baseia em dar a todos os membros da sociedade uma responsabilidade na sua sobrevivência: isso não poderá ser conseguido, a menos que todos gozem de liberdade, direitos pessoais invioláveis, algum mínimo de segurança econômica e acreditem que o sistema político no qual vivem persegue algum bem comum, e não meros interesses particulares; c) para o “social e

cultural” – os fundamentos da vida comunitária e os sistemas simbólicos de significação devem ser protegidos, e não conduzidos em *banho-maria* até o esquecimento sob o pretexto de submissão às exigências de alguma “*racionalidade*” tecnológica impessoal.

“Sem saúde ambiental, o desenvolvimento sustentável é impossível, pois o imperativo ecológico é claro e cruel: a natureza deve ser salva ou nós humanos morreremos” (GOULET, 1997).

5. CONCLUSÕES

“Há necessidade da existência de novas instituições que conservem os ativos naturais e os repassem aos nossos filhos, que estimulem a regeneração dos recursos renováveis e a manutenção da diversidade biológica, que desenvolvam novas tecnologias que usem recursos renováveis e possibilitem estilos de vida que poupem energia e evitem o gasto material intensivo.”

Richard Norgaard

O presente trabalho foi orientado para a busca de respostas no âmbito ambiental em que se pudesse obter a tendência de uma configuração espacial desencadeada pelo processo de metropolização e pela influência exercida pela Metrópole de São Paulo na estruturação do eixo emergente da região de Piracicaba.

Nesse sentido, a investigação mensurada pela revisão bibliográfica – segundo capítulo –, pode indicar a dimensão desse processo – degradação ambiental dos espaços urbanos. Entretanto, há de se pensar em uma nova matriz para as cidades – **qualidade de vida com sustentabilidade ambiental** –, considerando-se os espaços urbanos e a sociedade como consumidores de recursos naturais.

Portanto, associar-se idéias de que possam existir “sustentabilidade” na forma de apropriação e uso do meio, inscrito na capacidade de suporte ambiental do território.

As imagens orbitais – anos: 1987, 1992 e 1997 - tiveram relevante papel na composição multi-temporal do uso do solo e puderam demonstrar ainda os impactos e as pressões exercidas sobre os fatores ambientais ali presentes, no que tange à cobertura vegetal.

Outro fator importante demonstrado através dessas imagens, foi o da expansão da malha urbana e dos níveis de degradação dos recursos naturais.

As imagens orbitais apresentaram uma potencialidade como instrumental de análise na formulação de cenários, as quais puderam precisar tomada de decisões quanto aos resultados ora alcançados.

Foi, ainda, introduzida uma questão metodológica fundamental para alcançar os resultados que apontassem tendências de crescimento urbano – vetores. A isso, aliou-se **modelagem matemática e sistema de informação geográfica**.

Esse percurso foi demonstrado pela aplicação da “Cadeia de Markov”. Apontou a aplicabilidade no decurso da verificação de uma situação real – imagem de 1987 x imagem de 1992 – checando-se com os dados de 1997. Assim sendo, pode-se avaliar este uso no domínio do planejamento **ambiental-urbano**.

Houve uma prospeção de cenários: 2002 e 2007 - considerando a série temporal - passo de cinco anos - demonstrando dessa forma a tendência de irradiação espacial dos resultados por “Markov”. Esses cenários, na verdade, demonstraram semelhança da espacialidade visual, havendo pouca diferença, o que confirma a obtenção de cenários de “**tendências**”.

Entretanto, pode-se também concluir que, a partir da apresentação desses vetores, as interferências políticas e econômicas refletem variações nas tendências da estruturação do território. Essa variável deve ser bem examinada na mensuração do sistema regional produtivo.

A partir da conjugação dos resultados: “**modelagem por Markov**” com as do “**zoneamento ambiental sustentado**”, pode-se formular tomadas de decisões no que tange à capacidade de suporte do território (ver figuras 73, 74 - anexo E).

A espacialização desenvolvida pelo SIG – Sistema de Informação Geográfica *Idrisi*, a partir dos resultados por Markov, permitiu medir tais impactos, sendo potencialmente útil para a **gestão do território**. Com isso, somar-se-ão as possibilidades de redução dos impactos no processo de desenvolvimento urbano ao ambiente natural e às relações antrópicas.

Logo, uma visão contemporânea sobre a questão que abrange a **gestão do território** implica em mudanças generalizadas pela vontade política dos administradores, e dos instrumentos “jurídicos, administrativos, operacionais e sociais na regulação e organização das atividades” de manejo do território. (JACOBI, 1997)

Nesse aspecto, atinge-se a confirmação da hipótese – **mudança de racionalidade**. O percurso resgata ainda a **racionalidade, a satisfação desse** – **direito ambiental nos âmbitos regional e local**.

Hoje, o centro decisório pode localizar-se junto aos centros estratégicos em termos nacionais, enquanto as unidades produtivas podem espalhar-se pelo território para aproveitar recursos localizados, passando a buscar com maior intensidade áreas periféricas, gerando o processo de desconcentração da produção espacial.

Diante desse cenário, fica evidente uma associação de interesses – **oportunidades econômicas** – acentuando efeitos externos ao território objeto da tese, que é a agregação e a polarização sócio-econômica, podendo induzir a um processo migratório, o que poderá ocasionar pressões sobre a infra-estrutura de serviços básicos já existentes.

Portanto, esses efeitos podem ser considerados ameaças para o desempenho ambiental do território em questão. Entretanto, esse quadro é resultante de um processo de urbanização que se desencadeia – **metropolização emergente** deste eixo da Região de Piracicaba.

Mas, esse fenômeno que se configura é mais complexo do que a simplicidade de entendimento de mecanismo de escala aglomerativa. Porém, essa configuração aponta a dimensão do mercado abrangente que se inscreve. Neste sentido, faz-se necessário o resgate de uma visão global desse processo – globalização ou fragmentação do espaço produtivo – **o consumo contemporâneo**.

5.1- A ESTRUTURA URBANA: O CONSUMO CONTEMPORÂNEO

A reflexão final em torno de um contexto urbano marcado pela degradação ambiental e do seu ecossistema maior não pode prescindir dessa visão contemporânea, é em SASSEN (1998) que se encontra esse amparo, quando ela afirma - “... o aumento da mobilidade do capital, em nível nacional e, sobretudo, transnacional ...” – gera mudanças produtivas do espaço no território.

Todavia, mesmo sendo o Brasil um país em processo de desenvolvimento, pode-se perceber as desigualdades territoriais - tanto no âmbito espacial, quanto no âmbito regional - produzindo as cidades. Nesse processo produtivo, percebe-se com nitidez a influência que é exercida pela Metrópole, quando distingue-se pelo menos três níveis de hierarquia urbana:

- O primeiro, um sistema urbano e metropolitano de grandes cidades, atraindo um processo intenso de migração, levando a um quadro conclusivo de desertificação e de degradação ambiental associado a

- um cenário ineficiente, ao contrário da maior eficácia que a economia de escala do tamanho faria supor.
- O segundo, um sistema urbano de cidades médias, compartilhando dos benefícios gerados pelo sistema urbano maior - o da metrópole -, ampliando assim a capacidade de crescimento espacial e desenvolvimento regional; surgindo então a hierarquização de um sistema de redes de cidades menores – áreas de polarização intermediárias.
 - O terceiro, um sistema urbano de pequenas cidades, no geral sem expressividade produtiva, sendo apenas existentes conforme denominadas pelo IBGE, como sendo “cidades-sede de municípios”. Estas por sua vez, são abandonadas no que tange à elaboração de planos de desenvolvimento urbano, constituindo-se assim um fator de desequilíbrio numa cadeia urbana-produtiva.

Analisando esse fenômeno, pode-se sublinhar os impactos gerados pelas mudanças demográficas, ocorridas no ambiente natural – áreas de solo estéril em geral, a poluição hídrica, a geração de resíduos: sólidos e líquidos, dentre outros. Por outro lado, observa-se também, a tendência estrutural no padrão de acumulação da produção da economia urbana.

Nesse percurso histórico, encontrar-se-á a década de 80 sendo marcada como “*década perdida*”, assinalando assim, o esgotamento entre política econômica e política de desenvolvimento urbano-regional.

Esses componentes, geraram tendências desiguais, tanto no âmbito social (desigualdades – empobrecimento), quanto no âmbito espacial (degradação e desarticulação do meio ambiente).

A urbanização não assistiu, neste período, prosperidade. Isso, pode ser constatado pelo processo de desconcentração do setor industrial; um agente com vinculação urbana acentuada – oportunidades: economias do território.

Esse fato pôde ser observado no decurso do capítulo 02: **revisão bibliográfica**, e os dados apontados, puderam fornecer uma visão desse processo descrito. Entretanto, pareceram apontar um grau de complexidade analítica que expressasse a racionalidade e a dimensão da economia brasileira e a estratégia política desse período.

A década de 90 pode ser um novo momento de inflexão na história da produção da urbanização, marcada pelo novos modos de produção, ou seja, pelo fim do regime de acumulação *fordista*, sobre o qual alguns autores afirmam que este sistema de economia gerara espaços territoriais bastante rígidos, semifechados e semi-autônomos.

Desse modo, existem pelo menos vários indícios de que o momento contemporâneo que se vive - **globalização, integração e reestruturação capitalista** - poderá levar a um novo momento produtivo do território, o que é chamado por alguns autores de *acumulação flexível*.

Este cenário – **globalização** – parece impor novas lógicas de articulação produtiva: a liberação de fronteiras - soberania; impactos, ou uma nova dimensão da identidade dos Estados e Territórios? Parece que haverá em certas frações do território a desconstrução e a reconstrução, sendo que poderá ocorrer impactos positivos estimulando o crescimento, ou impacto negativos que inibirão o desenvolvimento

Esse é o palco de transformações produtivas do território, demonstrando com clareza a dinâmica urbano regional brasileira. No entanto, no que concerne aos aspectos do fenômeno da urbanização e metropolização, não há nenhuma nova articulação conclusiva nessa reflexão posta. Porém, ao fazer o recorte nesses

níveis, o que se pretendeu, foi descobrir o novo papel nas relações de produção com o processo de desenvolvimento: a **consciência ecológica**, o saldo do ambiente natural disponível para o crescimento.

Neste sentido, a metodologia proposta pela tese, especificamente no que tange ao aspecto de **gestão ambiental do território**, buscou no zoneamento ambiental – chamado **sustentado** – estabelecer um cenário de metas de reprodução-ambiental, otimizando o uso e a ocupação do solo, resgatando assim **princípios e compromissos ambientais** básicos de desempenho.

O debate sobre as questões urbanas e ambientais deverá levar à constituição de um novo padrão de **gestão do território**, assentado na revisão de conceitos do paradigma de planejamento e administração, pois a realidade ainda vivida leva à descontinuidade administrativa e radical, principalmente no âmbito municipal, onde a alternância política é mais freqüente.

Portanto, compreender esse processo é caminhar em direção a um futuro sustentável da cidade.

A sustentabilidade do ambiente natural, do território e da organização sócio-espacial centra-se no conhecimento que se possa ter da **biodiversidade desde o gene até a espécie**.⁵³ Adaptando as colocações dessa autora, tem-se:

- i. Conseqüências da diversidade produtiva inter-regional e inter-urbana específicas;
- ii. Conseqüências da fragmentação espacial;
- iii. Especiação (evolução micro/macro);
- iv. Biodiversidade e história de vida urbana.

⁵³ Adaptado para uma gestão ambiental do território; de BEGOSSI, A. (1997). Escalas, economia ecológica e conservação da biodiversidade. In: CAVALCANTI, C. (1997). *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo, Cortez. p. 65.

Poder-se-ia elencar uma grande abordagem dessa contemporaneidade vivida pelo sistema produtivo regional e urbano. Entretanto, os objetivos propostos pela tese se completam e esboçam as possibilidades de uma tomada de decisão quanto a **gestão** efetiva do território.

Espera-se que possa haver um aprendizado maior a partir da **vingança da natureza**, as cidades e as idéias possam sobreviver ante a essa esmagadora degradação do ambiente natural pelo processo de urbanização, buscando-se beneficiar da adoção de tecnologias que revelem o distanciamento de seus efeitos nocivos.

Independentemente de como fora abordado esse percurso pela tese, o caminho para a sustentabilidade só será factível se, entre outras coisas, se conseguir tomar consciência das implicações negativas que tem certos modos produtivos ou reprodutivos do ambiente natural.

Para que se atinja tal consciência, os seres humanos, tanto no plano individual como no coletivo, devem empregar esforços compartilhados: necessidade de reprodução do habitar versus apropriação equilibrado do meio natural – buscando a saúde desse planeta Terra; lugar da morada do ser humano.

O equilíbrio do meio ambiente, depende do modo como se inscreve a **ação produtiva dos modos de vida urbana** – uma premissa para se alçar o desenvolvimento sustentável.

Que a gestão deste planeta chamado Terra traga a paz e a saúde a este seu milenar habitante - o **Homem**.

Quem sabe um dia torne-se a Terra a promessa encontrada por aqueles primeiros moradores em Canaã – uma Terra de onde brotavam paz e fartura - o **leite** e o **mel** de nossa época e das gerações futuras.

6. ANEXOS

6.1- **Elaboração das Matrizes do processo “Cadeia de MARKOV”**

Anexo A: Imagem Total / 1992

Anexo B: Divisão por quadrantes:

NW-1992, NE-1992, SW-1992, SE-1992 – Previsão para 1997

Anexo C: Divisão por quadrantes: 1 passo de 5 anos - 1997

NW-1997, NE-1997, SW-1997, SE-1997 - Previsão para 2002

Anexo D: Divisão por quadrantes: 2 passo de 5 anos - 1997

NW-1997, NE-1997, SW-1997, SE-1997 - Previsão para 2007

Anexo A - Imagem total / 1992

Matriz M_c - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	129479	39752	16762	27885	59466	9340	10860	1961
	V_p	99512	65840	34714	27827	46758	29493	13818	4457
Do	V_a	33003	37231	25451	8192	28707	25214	7177	4149
	V_n	45456	12616	6929	53941	8589	5028	5041	1013
Solo	C_l	38451	16550	7369	10017	29023	5212	4430	2121
	P	26945	18228	12100	2977	45987	53782	1414	643
-	A	14101	5884	3199	9116	5979	1996	11746	1743
	U	64	54	25	92	54	16	296	68282

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.4382	0.1345	0.0567	0.0944	0.2012	0.0316	0.0368	0.0066
	V_p	0.3086	0.2042	0.1077	0.0863	0.1450	0.0915	0.0429	0.0138
9	V_a	0.1951	0.2201	0.1505	0.0484	0.1697	0.1491	0.0424	0.0245
	V_n	0.3279	0.0910	0.0500	0.3891	0.0620	0.0363	0.0364	0.0073
8	C_l	0.3398	0.1462	0.0651	0.0885	0.2564	0.0461	0.0391	0.0187
	P	0.1662	0.1125	0.0747	0.0184	0.2837	0.3318	0.0087	0.0040
7	A	0.2623	0.1094	0.0595	0.1696	0.1112	0.0371	0.2185	0.0324
	U	0.0009	0.0008	0.0004	0.0013	0.0008	0.0002	0.0043	0.9913

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.3677	0.1458	0.0708	0.1180	0.1898	0.0595	0.0443	0.0185	1.0144
V_p	0.3264	0.1510	0.0788	0.1074	0.1832	0.0863	0.0437	0.0263	1.0031
V_a	0.2942	0.1550	0.0846	0.0885	0.1903	0.1094	0.0421	0.0378	1.0019
V_n	0.3490	0.1262	0.0643	0.2050	0.1420	0.0565	0.0430	0.0172	1.0032
C_l	0.3442	0.1449	0.0717	0.1125	0.1893	0.0656	0.0438	0.0313	1.0033
P	0.2836	0.1432	0.0775	0.0689	0.2314	0.1508	0.0307	0.0155	1.0016
A	0.3198	0.1305	0.0671	0.1507	0.1526	0.0589	0.0756	0.0474	1.0026
U	0.0035	0.0019	0.0010	0.0028	0.0020	0.0007	0.0054	0.9829	1.0002
Entradas	2.2884	0.9985	0.5158	0.8538	1.2806	0.5877	0.3286	1.1769	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
C_a	-0.0805	0.0113	0.0141	0.0236	-0.0114	0.0279	0.0075	0.0119
V_p	0.0178	-0.0532	-0.0289	0.0211	0.0382	-0.0052	0.0008	0.0152
V_a	0.0991	-0.0651	-0.0659	0.0401	0.0206	-0.0397	-0.0003	0.0133
V_n	0.0211	0.0352	0.0143	-0.1841	0.0800	0.0202	0.0066	0.0099
C_i	0.0044	-0.0013	0.0066	0.0240	-0.0671	0.0195	0.0047	0.0126
P	0.1174	0.0307	0.0028	0.0505	-0.0523	-0.1810	0.0220	0.0115
A	0.0575	0.0211	0.0076	-0.0189	0.0415	0.0218	-0.1429	0.0150
U	0.0026	0.0011	0.0006	0.0015	0.0012	0.0005	0.0011	-0.0084

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo B - Divisão por quadrantes:

QD. NW - 92 / Previsão para 1997

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	35280	12740	4599	6054	15549	2129	1917	261
	Do								
Solo	V_p	39582	23746	11592	9155	13623	7714	4311	1693
	V_a	11196	12744	9080	1906	8082	6836	1415	2181
-	V_n	18371	3981	1637	21180	3103	804	1933	376
	C_l	13113	6898	2795	2250	11180	1874	1608	963
1987	P	6601	5257	3349	661	15154	18943	243	103
	A	5248	2707	1417	2935	2493	973	7780	809
	U	34	34	12	45	40	16	222	17747

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.4493	0.1622	0.0586	0.0771	0.1980	0.0271	0.0244	0.0033
	V_p	0.3553	0.2131	0.1040	0.0822	0.1223	0.0692	0.0387	0.0152
9	V_a	0.2095	0.2385	0.1699	0.0357	0.1512	0.1279	0.0265	0.0408
	V_n	0.3575	0.0775	0.0319	0.4122	0.0604	0.0156	0.0376	0.0073
8	C_l	0.3223	0.1696	0.0687	0.0553	0.2748	0.0461	0.0395	0.0237
	P	0.1312	0.1045	0.0666	0.0131	0.3012	0.3765	0.0048	0.0020
7	A	0.2154	0.1111	0.0582	0.1205	0.1023	0.0399	0.3193	0.0332
	U	0.0019	0.0019	0.0007	0.0025	0.0022	0.0009	0.0122	0.9778

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.4493	0.1622	0.0586	0.0771	0.1980	0.0271	0.0244	0.0033	1.0000
V_p	0.3553	0.2131	0.1040	0.0822	0.1223	0.0692	0.0387	0.0152	0.9999
V_a	0.2095	0.2385	0.1699	0.0357	0.1512	0.1279	0.0265	0.0408	1.0000
V_n	0.3575	0.0775	0.0319	0.4122	0.0604	0.0156	0.0376	0.0073	0.9999
C_l	0.3223	0.1696	0.0687	0.0553	0.2748	0.0461	0.0395	0.0237	0.9999
P	0.1312	0.1045	0.0666	0.0131	0.3012	0.3765	0.0048	0.0020	0.9998
A	0.2154	0.1111	0.0582	0.1205	0.1023	0.0399	0.3193	0.0332	0.9999
U	0.0019	0.0019	0.0007	0.0025	0.0022	0.0009	0.0122	0.9778	1.0001
Entradas	2.2968	1.0932	0.5123	0.7350	1.2678	0.5555	0.3617	1.1772	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0773	0.0043	0.0138	0.019	-0.0106	0.0252	0.0131	0.0124
V_p	-0.0119	-0.0466	-0.0255	0.0127	0.0532	0.0030	0.0018	0.0132
V_a	0.0890	-0.0684	-0.0823	0.0342	0.0302	-0.0272	0.0092	0.0153
V_n	0.0143	0.0526	0.0231	-0.1991	0.0747	0.0201	0.0050	0.0092
C_l	0.0201	-0.0047	0.0055	0.0294	-0.0830	0.0156	0.0028	0.0142
P	0.1310	0.0469	0.0097	0.0356	-0.0549	-0.2012	0.0200	0.0128
A	0.0832	0.0278	0.0080	0.0017	0.0429	0.0155	-0.1971	0.0180
U	0.0060	0.0029	0.0014	0.0029	0.0029	0.0012	0.0039	-0.0212

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo B - Divisão por quadrantes:

QD. NE - 9 2 / Previsão para 1997

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - *Idrisi*)

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	54579	10279	3574	13083	15723	772	6285	643
	Do	V_p	18063	6414	3128	4527	4069	1643	2673
Solo	V_a	4825	2087	1239	751	1820	1081	909	576
	V_n	10712	1441	810	12199	1607	212	1505	211
-	C_l	10683	1955	801	1948	4327	208	842	510
	P	892	372	180	276	781	22	60	22
1987	A	5811	966	502	3266	1584	105	2547	377
	U	28	9	5	41	4	0	72	18873

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.5201	0.0980	0.0341	0.1247	0.1498	0.0074	0.0599	0.0061
	V_p	0.4346	0.1543	0.0753	0.1089	0.0979	0.0395	0.0643	0.0252
9	V_a	0.3631	0.1571	0.0932	0.0565	0.1370	0.0814	0.0684	0.0433
	V_n	0.3733	0.0502	0.0282	0.4251	0.0560	0.0074	0.0524	0.0074
8	C_l	0.5022	0.0919	0.0377	0.0916	0.2034	0.0098	0.0396	0.0240
	P	0.3424	0.1428	0.0691	0.1060	0.2998	0.0084	0.0230	0.0084
7	A	0.3834	0.0637	0.0331	0.2155	0.1045	0.0069	0.1680	0.0249
	U	0.0015	0.0005	0.0003	0.0022	0.0002	0.0000	0.0038	0.9916

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.4729	0.0964	0.0400	0.1579	0.1381	0.0134	0.0625	0.0192	1.0004
V_p	0.4487	0.1024	0.0451	0.1486	0.1351	0.0180	0.0625	0.0399	1.0003
V_a	0.4369	0.1062	0.0477	0.1281	0.1456	0.0194	0.0603	0.0593	1.0035
V_n	0.4357	0.0796	0.0355	0.2515	0.1076	0.0112	0.0610	0.0180	1.0001
C_l	0.4699	0.0965	0.0398	0.1420	0.1430	0.0134	0.0584	0.0374	1.0004
P	0.4673	0.1020	0.0445	0.1405	0.1466	0.0178	0.0559	0.0256	1.0002
A	0.4389	0.0847	0.0370	0.1948	0.1212	0.0119	0.0732	0.0384	1.0001
U	0.0050	0.0011	0.0006	0.0042	0.0011	0.0001	0.0047	0.9834	1.0002
Entradas	3.1753	0.6689	0.2902	1.1676	0.9383	0.1052	0.4385	1.2212	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0472	-0.0016	0.0059	0.0332	-0.0117	0.0060	0.0026	0.0131
V_p	0.0141	-0.0519	-0.0302	0.0397	0.0372	-0.0215	-0.0018	0.0147
V_a	0.0708	-0.0509	-0.0455	0.0716	0.0086	-0.0620	-0.0081	0.0160
V_n	0.0624	0.0294	0.0073	-0.1736	0.0516	0.0038	0.0086	0.0106
C_l	-0.0323	0.0046	0.0021	0.0504	-0.0604	0.0036	0.0188	0.0134
P	0.1249	-0.0408	-0.0246	0.0345	-0.1532	0.0094	0.0329	0.0172
A	0.0555	0.0210	0.0039	-0.0207	0.0167	0.0050	-0.0948	0.0135
U	0.0035	0.0006	0.0003	0.0020	0.0009	0.0001	0.0009	-0.0082

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo B - Divisão por quadrantes:
QD. SW - 92 / Previsão para 1997

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	29014	14345	7375	5671	24133	5993	2172	48
	Do	V_p	36800	32525	17929	12083	27069	19032	5985
Solo	V_a	15510	21046	14002	4959	17139	16635	4424	557
	V_n	13669	6175	3943	16846	3550	3799	1366	175
-	C_l	11445	7202	3494	1761	12424	3064	1728	281
	P	19020	12307	8377	1965	29446	33866	1065	382
1987	A	2335	1814	1045	2405	1494	839	971	313
	U	0	0	0	0	0	0	0	6492

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.3269	0.1616	0.0831	0.0639	0.2719	0.0675	0.0245	0.0005
	V_p	0.2420	0.2139	0.1179	0.0795	0.1780	0.1252	0.0394	0.0043
9	V_a	0.1645	0.2232	0.1485	0.0526	0.1818	0.1765	0.0469	0.0059
	V_n	0.2760	0.1247	0.0796	0.3402	0.0717	0.0767	0.0276	0.0035
8	C_l	0.2765	0.1740	0.0844	0.0425	0.3001	0.0740	0.0417	0.0068
	P	0.1787	0.1156	0.0787	0.0185	0.2767	0.3182	0.0100	0.0036
7	A	0.2082	0.1617	0.0932	0.2144	0.1332	0.0748	0.0866	0.0279
	U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.2696	0.1730	0.0942	0.0779	0.2409	0.1053	0.0342	0.0048	0.9999
V_p	0.2520	0.1729	0.0977	0.0840	0.2243	0.1260	0.0342	0.0091	1.0002
V_a	0.2383	0.1737	0.0998	0.0750	0.2249	0.1424	0.0346	0.0112	0.9999
V_n	0.2667	0.1573	0.0912	0.1579	0.1825	0.1062	0.0309	0.0074	1.0001
C_l	0.2630	0.1736	0.0944	0.0735	0.2406	0.1075	0.0356	0.0118	1.0000
P	0.2399	0.1600	0.0910	0.0508	0.2572	0.1643	0.0287	0.0080	0.9999
A	0.2499	0.1616	0.0925	0.1296	0.1899	0.1073	0.0356	0.0336	1.0000
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
Entradas	1.7794	1.1721	0.6608	0.6487	1.5603	0.8590	0.2338	1.0859	



Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0573	0.0114	0.0111	0.0140	-0.0310	0.0378	0.0097	0.0043
V_p	0.0100	-0.0410	-0.0202	0.0045	0.0463	0.0008	-0.0052	0.0048
V_a	0.0738	-0.0495	-0.0487	0.0224	0.0431	-0.0341	-0.0123	0.0053
V_n	-0.0093	0.0326	0.0116	-0.1823	0.1108	0.0295	0.0033	0.0039
C_l	-0.0135	-0.0004	0.0100	0.0310	-0.0595	0.0335	-0.0061	0.0050
P	0.0612	0.0444	0.0123	0.0323	-0.0195	-0.1539	0.0187	0.0044
A	0.0417	-0.0001	-0.0007	-0.0848	0.0567	0.0325	-0.0510	0.0057
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo B - Divisão por quadrantes:

QD. SE - 92 / Previsão para 1997

Matriz M_e - Trocas e Permanência(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1992							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
Uso	C_a	10606	2388	1214	3077	4061	446	486	1009
	Do	V_p	5067	3155	2065	2062	1997	1104	849
Solo	V_a	1472	1354	1130	576	1666	662	429	835
	V_n	2704	1019	539	3716	329	213	237	251
-	C_i	3210	495	279	4058	1092	66	252	367
	P	432	292	194	75	606	411	46	136
1987	A	707	397	235	510	408	79	448	244
	U	2	11	8	6	10	0	2	25170

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 2							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
1	C_a	0.4554	0.1025	0.0521	0.1321	0.1744	0.0192	0.0209	0.0433
	V_p	0.2917	0.1816	0.1189	0.1187	0.1150	0.0636	0.0489	0.0616
9	V_a	0.1812	0.1667	0.1391	0.0709	0.2051	0.0815	0.0528	0.1028
	V_n	0.3002	0.1131	0.0598	0.4125	0.0365	0.0236	0.0263	0.0279
8	C_i	0.3269	0.0504	0.0284	0.4133	0.1112	0.0067	0.0257	0.0374
	P	0.1971	0.1332	0.0885	0.0342	0.2765	0.1875	0.0210	0.0620
7	A	0.2335	0.1311	0.0776	0.1684	0.1347	0.0261	0.1480	0.0806
	U	0.0001	0.0004	0.0003	0.0002	0.0004	0.0000	0.0001	0.9985

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U	Saídas
C_a	0.3510	0.1030	0.0593	0.2068	0.1343	0.0279	0.0287	0.0877	0.9987
V_p	0.3045	0.1168	0.0731	0.1754	0.1375	0.0436	0.0359	0.1130	0.9998
V_a	0.2731	0.1082	0.0700	0.1793	0.1344	0.0451	0.0360	0.1540	1.0001
V_n	0.3271	0.1164	0.0672	0.2478	0.1068	0.0329	0.0311	0.0704	0.9997
C_i	0.3365	0.1040	0.0574	0.2722	0.1014	0.0242	0.0285	0.0757	0.9999
P	0.2872	0.1047	0.0666	0.1865	0.1545	0.0578	0.0304	0.1124	1.0001
A	0.2929	0.1094	0.0663	0.2029	0.1200	0.0328	0.0457	0.1299	0.9999
U	0.0005	0.0006	0.0004	0.0005	0.0006	0.0001	0.0002	0.9971	1.0000
Entradas	2.1728	0.7631	0.4603	1.4714	0.8895	0.2644	0.2365	1.7402	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.1033	0.0005	0.0072	0.0747	-0.0401	0.0087	0.0078	0.0444
V_p	0.0128	-0.0648	-0.0458	0.0567	0.0225	-0.02	0.013	0.0514
V_a	0.0919	-0.0585	-0.0691	0.1084	-0.0707	-0.0364	-0.0168	0.0512
V_n	0.0269	0.0033	0.0074	-0.1647	0.0703	0.0093	0.0048	0.0425
C_l	0.0096	0.0536	0.029	-0.1411	-0.0098	0.0175	0.0028	0.0383
P	0.0901	-0.0285	-0.0219	0.1523	-0.122	-0.1297	0.0094	0.0504
A	0.0594	-0.0217	-0.0113	0.0345	-0.0147	0.0067	-0.1023	0.0493
U	0.0004	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	-0.0014

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo C: Divisão por quadrantes: 1 passo de 5 anos - 1997

QD. NW - 97 / Previsão para 2002

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
Uso	C_a	56290	17920	4381	14411	25834	7564	1637	1387
	Do	V_p	24764	14254	6140	4347	9548	7286	693
Solo	V_a	10399	7935	4185	2228	4350	4441	338	605
	V_n	23874	4860	886	5049	5275	813	2843	586
-	C_1	27313	4936	5064	2495	14178	13988	491	759
	P	8589	4659	6091	878	4397	14225	84	366
1992	A	5474	2484	685	1243	1997	448	6261	837
	U	62	22	7	7	8	0	126	23901

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
1	C_a	0.4349	0.1385	0.0338	0.1113	0.1996	0.0584	0.0126	0.0107
	V_p	0.3636	0.2093	0.0902	0.0638	0.1402	0.1070	0.0102	0.0158
9	V_a	0.3016	0.2301	0.1214	0.0646	0.1262	0.1288	0.0098	0.0175
	V_n	0.5403	0.1100	0.0201	0.1143	0.1194	0.0184	0.0643	0.0133
9	C_1	0.3946	0.0713	0.0732	0.0360	0.2048	0.2021	0.0071	0.0110
	P	0.2186	0.1186	0.1550	0.0223	0.1119	0.3621	0.0021	0.0093
2	A	0.2817	0.1279	0.0353	0.0640	0.1028	0.0231	0.3223	0.0431
	U	0.0026	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0052	0.9904

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U	Saídas
C_a	0.4049	0.1320	0.0576	0.0814	0.1725	0.1084	0.0200	0.0228	0.9996
V_p	0.3775	0.1459	0.0706	0.0750	0.1627	0.1237	0.0163	0.0282	0.9999
V_a	0.3671	0.1505	0.0765	0.0715	0.1568	0.1314	0.0159	0.0302	0.9999
V_n	0.4121	0.1340	0.0468	0.0903	0.1726	0.0803	0.0372	0.0268	1.0001
C_1	0.3661	0.1299	0.0759	0.0696	0.1676	0.1555	0.0130	0.0224	1.0000
P	0.3209	0.1444	0.1017	0.0567	0.1461	0.1996	0.0092	0.0211	0.9997
A	0.3508	0.1323	0.0491	0.0740	0.1430	0.0724	0.1142	0.0644	1.0002
U	0.0059	0.0022	0.0007	0.0010	0.0016	0.0005	0.0069	0.9812	1.0000
Entradas	2.6053	0.9712	0.4789	0.5195	1.1229	0.8718	0.2327	1.1971	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0300	-0.0065	0.0238	-0.0299	-0.0271	0.0500	0.0074	0.0121
V_p	0.0139	-0.0634	-0.0196	0.0112	0.0225	0.0167	0.0061	0.0124
V_a	0.0655	-0.0796	-0.0449	0.0069	0.0306	0.0026	0.0061	0.0127
V_n	-0.1282	0.024	0.0267	-0.0240	0.0532	0.0619	-0.0271	0.0135
C_l	-0.0285	0.0586	0.0027	0.0336	-0.0372	-0.0466	0.0059	0.0114
P	0.1023	0.0258	-0.0533	0.0344	0.0342	-0.1625	0.0071	0.0118
A	0.0691	0.0044	0.0138	0.0100	0.0402	0.0493	-0.2081	0.0213
U	0.0033	0.0013	0.0004	0.0007	0.0013	0.0005	0.0017	-0.0092

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo C: Divisão por quadrantes: 1 passo de 5 anos - 1997

QD. NE - 97 / Previsão para 2002

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	60693	6771	766	12969	18699	321	4472	902
	Do								
Solo	V_p	9838	4384	474	3192	4620	221	630	164
	V_a	3864	2353	327	1348	1933	105	200	109
-	V_n	23272	1414	98	2713	3290	26	4719	559
	C_l	17773	1603	282	2489	6468	92	1106	102
1992	P	1168	1344	704	319	637	353	31	27
	A	26712	1214	32	1957	1751	4	3037	216
	U	27	2	1	7	0	0	71	22150

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.5748	0.0641	0.0073	0.1228	0.1771	0.0030	0.0424	0.0085
	V_p	0.4182	0.1864	0.0202	0.1357	0.1964	0.0094	0.0268	0.0070
9	V_a	0.3774	0.2298	0.0319	0.1317	0.1888	0.0103	0.0195	0.0106
	V_n	0.6448	0.0392	0.0027	0.0752	0.0912	0.0007	0.1308	0.0155
9	C_l	0.5941	0.0536	0.0094	0.0832	0.2162	0.0031	0.0370	0.0034
	P	0.2549	0.2933	0.1536	0.0696	0.1390	0.0770	0.0068	0.0059
2	A	0.7649	0.0348	0.0009	0.0560	0.0501	0.0001	0.0870	0.0062
	U	0.0012	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0032	0.9951

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.5776	0.0671	0.0082	0.1068	0.1672	0.0033	0.0526	0.0167	0.9995
V_p	0.5532	0.0857	0.0111	0.1080	0.1714	0.0046	0.0506	0.0150	0.9996
V_a	0.5397	0.0933	0.0121	0.1092	0.1726	0.0051	0.0488	0.0186	0.9994
V_n	0.5910	0.0619	0.0069	0.1055	0.1553	0.0027	0.0531	0.0235	0.9999
C_l	0.5765	0.0671	0.0085	0.1077	0.1726	0.0033	0.0488	0.0112	0.9957
P	0.4794	0.1393	0.0260	0.1139	0.1788	0.0115	0.0370	0.0138	0.9997
A	0.5870	0.0637	0.0070	0.1120	0.1626	0.0028	0.0501	0.0145	0.9997
U	0.0046	0.0003	0.0000	0.0007	0.0004	0.0000	0.0036	0.9903	0.9999
Entradas	3.9090	0.5784	0.0798	0.7638	1.1809	0.0333	0.3446	1.1036	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
C_a	0.0028	0.0030	0.0009	-0.0160	-0.0099	0.0003	0.0102	0.0082
V_p	0.1350	-0.1007	-0.0091	-0.0277	-0.0253	-0.0048	0.0238	0.008
V_a	0.1623	-0.1365	-0.0198	-0.0225	-0.0162	-0.0052	0.0293	0.008
V_n	-0.0538	0.0227	0.0042	0.0303	0.0641	0.0020	-0.0777	0.008
C_i	-0.0176	0.0135	-0.0009	0.0245	-0.0400	0.0002	0.0118	0.0078
P	0.2245	-0.1540	-0.1276	-0.0443	-0.0398	-0.0655	0.0302	0.0079
A	-0.1779	0.0289	0.0061	0.0560	0.1125	0.0027	-0.0369	0.0083
U	0.0034	0.0002	0.0000	0.0004	0.0004	0.0000	0.0004	-0.0048

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo C: Divisão por quadrantes: 1 passo de 5 anos - 1997

QD. SW - 97 / Previsão para 2002

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
Uso	C_a	58333	17842	6355	9905	17200	15844	411	2263
	Do	V_p	30216	18920	11771	4973	10333	17096	237
Solo	V_a	16336	10566	6995	2886	5464	12484	106	1328
	V_n	22435	9216	2148	5447	1515	3209	1026	694
-	C_i	45086	7783	8776	2324	23344	26024	285	1633
	P	20280	7504	8409	1452	11592	32212	80	1699
1992	A	4221	5452	2364	1451	1394	2045	394	390
	U	0	0	0	0	0	0	0	8896

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U
1	C_a	0.4552	0.1392	0.0496	0.0773	0.1342	0.1236	0.0032	0.0177
	V_p	0.3167	0.1983	0.1234	0.0521	0.1083	0.1792	0.0025	0.0196
9	V_a	0.2909	0.1881	0.1245	0.0514	0.0973	0.2223	0.0019	0.0236
	V_n	0.4910	0.2017	0.0470	0.1192	0.0332	0.0702	0.0225	0.0152
9	C_i	0.3912	0.0675	0.0761	0.0202	0.2025	0.2258	0.0025	0.0142
	P	0.2437	0.0902	0.1010	0.0174	0.1393	0.3870	0.0010	0.0204
2	A	0.2383	0.3078	0.1335	0.0819	0.0787	0.1155	0.0222	0.0220
	U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_i	P	A	U	Saídas
C_a	0.3871	0.1371	0.0727	0.0593	0.1282	0.1762	0.0042	0.0353	1.0001
V_p	0.3551	0.1414	0.0847	0.0529	0.1248	0.1999	0.0034	0.0380	1.0002
V_a	0.3461	0.1388	0.0857	0.0508	0.1240	0.2092	0.0033	0.0421	1.0000
V_n	0.3950	0.1567	0.0733	0.0688	0.1145	0.1529	0.0055	0.0332	0.9999
C_i	0.3663	0.1210	0.0767	0.0483	0.1405	0.2122	0.0028	0.0321	0.9999
P	0.3265	0.1189	0.0864	0.0404	0.1351	0.2513	0.0023	0.0390	0.9999
A	0.3492	0.1584	0.0909	0.0565	0.1148	0.1851	0.0044	0.0406	0.9999
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
Entradas	2.5253	0.9723	0.5704	0.3770	0.8819	1.3868	0.0259	1.2603	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0681	-0.0021	0.0231	-0.0180	-0.0060	0.0526	0.0010	0.0176
V_p	0.0384	-0.0569	-0.0387	0.0008	0.0165	0.0207	0.0009	0.0184
V_a	0.0552	-0.0493	-0.0388	-0.0006	0.0267	-0.0131	0.0014	0.0185
V_n	-0.0960	-0.0450	0.0263	-0.0504	0.0813	0.0827	-0.0170	0.0180
C_l	-0.0249	0.0535	0.0006	0.0281	-0.0620	-0.0136	0.0003	0.0179
P	0.0828	0.0287	-0.0146	0.0230	-0.0042	-0.1357	0.0013	0.0186
A	0.1109	-0.1494	-0.0426	-0.0254	0.0361	0.0696	-0.0178	0.0186
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo C: Divisão por quadrantes: 1 passo de 5 anos - 1997

QD. SE - 97 / Previsão para 2002

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_t	P	A	U
Uso	C_a	10488	2343	418	2063	5431	216	317	2924
	Do								
Do	V_p	2853	2130	470	678	1580	146	182	1072
	Solo								
Solo	V_a	1628	1529	392	424	848	143	120	580
	V_n	5332	1164	104	1158	3293	33	650	2346
-	C_t	4860	720	514	315	2757	358	152	493
	P	851	703	463	122	224	301	93	224
1992	A	867	449	37	207	579	3	115	492
	U	3	0	0	0	0	0	0	29079

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_t	P	A	U
1	C_a	0.4334	0.0968	0.0173	0.0852	0.2244	0.0089	0.0131	0.1208
	V_p	0.3131	0.2338	0.0516	0.0744	0.1734	0.0160	0.0200	0.1177
9	V_a	0.2874	0.2700	0.0692	0.0749	0.1497	0.0252	0.0212	0.1024
	V_n	0.3787	0.0827	0.0074	0.0822	0.2339	0.0023	0.0462	0.1666
9	C_t	0.4779	0.0708	0.0505	0.0310	0.2711	0.0352	0.0149	0.0485
	P	0.2855	0.2358	0.1553	0.0409	0.0751	0.1010	0.0312	0.0751
2	A	0.3154	0.1633	0.0135	0.0753	0.2106	0.0011	0.0418	0.1790
	U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9999

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_t	P	A	U	Saídas
C_a	0.3693	0.0964	0.0272	0.0607	0.2008	0.0149	0.0161	0.2144	0.9998
V_p	0.3457	0.1244	0.0331	0.0616	0.1883	0.0157	0.0172	0.2139	0.9999
V_a	0.3428	0.1358	0.0360	0.0632	0.1861	0.0166	0.0180	0.2014	0.9999
V_n	0.3503	0.0894	0.0247	0.0566	0.1930	0.0136	0.0161	0.2563	1.0000
C_t	0.3999	0.1089	0.0350	0.0633	0.2136	0.0198	0.0159	0.1434	0.9998
P	0.3323	0.1623	0.0481	0.0657	0.1723	0.0232	0.0192	0.1769	1.0000
A	0.3344	0.1006	0.0267	0.0559	0.1847	0.0135	0.0161	0.2680	0.9999
U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9998	0.9999
Entradas	2.4748	0.8178	0.2308	0.4270	1.3388	0.1173	0.1186	2.4741	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0641	-0.0004	0.0099	-0.0245	-0.0236	0.0060	0.0030	0.0936
V_p	0.0326	-0.1094	-0.0185	-0.0128	0.0149	-0.0003	-0.0028	0.0962
V_a	0.0554	-0.1342	0.0332	-0.0117	0.0364	-0.0086	-0.0032	0.0990
V_n	-0.0284	0.0067	0.0173	-0.0256	-0.0409	0.0113	-0.0301	0.0897
C_l	-0.0780	0.0381	-0.0155	0.0323	-0.0575	-0.0154	0.0010	0.0949
P	0.0468	-0.0735	-0.1072	0.0248	0.0972	-0.0778	-0.012	0.1018
A	0.019	-0.0627	0.0132	-0.0194	-0.0259	0.0124	-0.0257	0.0890
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo D: Divisão por quadrantes: 2 passos de 5 anos - 1997

QD. NW - 97 / Previsão para 2007

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	56290	17920	4381	14411	25834	7564	1637	1387
	Do								
Solo	V_p	24764	14254	6140	4347	9548	7286	693	1075
	V_a	10399	7935	4185	2228	4350	4441	338	605
-	V_n	23874	4860	886	5049	5275	813	2843	586
	C_l	27313	4936	5064	2495	14178	13988	491	759
1992	P	8589	4659	6091	878	4397	14225	84	366
	A	5474	2484	685	1243	1997	448	6261	837
	U	62	22	7	7	8	0	126	23901

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.4349	0.1385	0.0338	0.1113	0.1996	0.0584	0.0126	0.0107
	V_p	0.3636	0.2093	0.0902	0.0638	0.1402	0.1070	0.0102	0.0158
9	V_a	0.3016	0.2301	0.1214	0.0646	0.1262	0.1288	0.0098	0.0175
	V_n	0.5403	0.1100	0.0201	0.1143	0.1194	0.0184	0.0643	0.0133
9	C_l	0.3946	0.0713	0.0732	0.0360	0.2048	0.2021	0.0071	0.0110
	P	0.2186	0.1186	0.1550	0.0223	0.1119	0.3621	0.0021	0.0093
2	A	0.2817	0.1279	0.0353	0.0640	0.1028	0.0231	0.3223	0.0431
	U	0.0026	0.0009	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0052	0.9904

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.3830	0.1337	0.0644	0.0764	0.1659	0.1213	0.0203	0.0349	0.9999
V_p	0.3750	0.1357	0.0677	0.0741	0.1625	0.1262	0.0186	0.0402	1.0000
V_a	0.3713	0.1367	0.0691	0.0732	0.1610	0.1284	0.0182	0.0421	1.0000
V_n	0.3870	0.1324	0.0599	0.0782	0.1659	0.1109	0.0263	0.0394	1.0000
C_l	0.3708	0.1651	0.0715	0.0722	0.1622	0.1368	0.0170	0.0343	1.0299
P	0.3573	0.1396	0.0793	0.0683	0.1571	0.1504	0.0147	0.0330	0.9997
A	0.3600	0.1292	0.0570	0.0732	0.1527	0.1001	0.0493	0.0787	1.0002
U	0.0094	0.0035	0.0012	0.0018	0.0031	0.0013	0.0075	0.9722	1.0000
Entradas	2.6138	0.9759	0.4701	0.5174	1.1304	0.8754	0.1719	1.2748	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0519	-0.0048	0.0306	-0.0349	-0.0337	0.0629	0.0077	0.0242
V_p	0.0114	-0.0736	-0.0225	0.0103	0.0223	0.0192	0.0084	0.0244
V_a	0.0697	-0.0934	-0.0523	0.0086	0.0348	-0.0004	0.0084	0.0246
V_n	-0.1533	0.0224	0.0398	-0.0361	0.0465	0.0925	-0.0380	0.0261
C_l	-0.0238	0.0638	-0.0017	0.0362	-0.0426	-0.0653	0.0099	0.0233
P	0.1387	0.0210	-0.0757	0.046	0.0452	-0.2117	0.0126	0.0237
A	0.0783	0.0013	0.0217	0.0092	0.0499	0.077	-0.2730	0.0356
U	0.0068	0.0026	0.0009	0.0015	0.0028	0.0013	0.0023	-0.0182

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo D: Divisão por quadrantes: 2 passos de 5 anos - 1997

QD. NE - 97 / Previsão para 2007

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
Uso	C_a	60693	6771	766	12969	18699	321	4472	902
	Do								
Solo	V_p	9838	4384	474	3192	4620	221	630	164
	V_a	3864	2353	327	1348	1933	105	200	109
-	V_n	23272	1414	98	2713	3290	26	4719	559
	C_1	17773	1603	282	2489	6468	92	1106	102
1992	P	1168	1344	704	319	637	353	31	27
	A	26712	1214	32	1957	1751	4	3037	216
	U	27	2	1	7	0	0	71	22150

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
1	C_a	0.5748	0.0641	0.0073	0.1228	0.1771	0.0030	0.0424	0.0085
	V_p	0.4182	0.1864	0.0202	0.1357	0.1964	0.0094	0.0268	0.0070
9	V_a	0.3774	0.2298	0.0319	0.1317	0.1888	0.0103	0.0195	0.0106
	V_n	0.6448	0.0392	0.0027	0.0752	0.0912	0.0007	0.1308	0.0155
9	C_1	0.5941	0.0536	0.0094	0.0832	0.2162	0.0031	0.0370	0.0034
	P	0.2549	0.2933	0.1536	0.0696	0.1390	0.0770	0.0068	0.0059
2	A	0.7649	0.0348	0.0009	0.0560	0.0501	0.0001	0.0870	0.0062
	U	0.0012	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0032	0.9951

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U	Saídas
C_a	0.5724	0.0074	0.0082	0.1062	0.1654	0.0033	0.0513	0.0246	0.9388
V_p	0.5694	0.0706	0.0088	0.1066	0.1664	0.0036	0.0509	0.0230	0.9993
V_a	0.5654	0.0715	0.0090	0.1062	0.1660	0.0036	0.0506	0.0265	0.9988
V_n	0.5698	0.0661	0.0080	0.1059	0.1638	0.0032	0.0511	0.0314	0.9993
C_1	0.5728	0.0676	0.0083	0.1064	0.1663	0.0033	0.0512	0.0192	0.9951
P	0.5546	0.0814	0.0109	0.1075	0.1691	0.0045	0.0494	0.0217	0.9991
A	0.5746	0.0668	0.0081	0.1066	0.1655	0.0032	0.0518	0.0226	0.9992
U	0.0073	0.0006	0.0000	0.0012	0.0012	0.0000	0.0038	0.9855	0.9996
Entradas	3.9863	0.4320	0.0613	0.7466	1.1637	0.0247	0.3601	1.1545	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.0024	0.0033	0.0009	-0.0166	-0.0117	0.0003	0.0089	0.0161
V_p	0.1512	-0.1158	-0.0114	-0.0291	-0.0303	-0.0058	0.0241	0.0160
V_a	0.1880	-0.1583	-0.0229	-0.0255	-0.0228	-0.0067	0.0311	0.0159
V_n	-0.0750	0.0269	0.0053	0.0307	0.0726	0.0025	-0.0797	0.0159
C_l	-0.0213	0.0140	-0.0011	0.0232	-0.0463	-0.0002	0.0142	0.0158
P	0.2997	-0.2119	-0.1427	0.0379	0.0301	-0.0725	0.0426	0.0158
A	-0.1903	0.0320	0.0072	0.0506	0.1154	0.0031	-0.0352	0.0164
U	0.0061	0.0005	0.0000	0.0009	0.0012	0.0000	0.0006	-0.0096

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo D: Divisão por quadrantes: 2 passos de 5 anos - 1997

QD. SW - 97 / Previsão para 2007

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
Uso	C_a	58333	17842	6355	9905	17200	15844	411	2263
	Do								
Solo	V_p	30216	18920	11771	4973	10333	17096	237	1868
	V_a	16336	10566	6995	2886	5464	12484	106	1328
-	V_n	22435	9216	2148	5447	1515	3209	1026	694
	C_1	45086	7783	8776	2324	23344	26024	285	1633
1992	P	20280	7504	8409	1452	11592	32212	80	1699
	A	4221	5452	2364	1451	1394	2045	394	390
	U	0	0	0	0	0	0	0	8896

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
1	C_a	0.4552	0.1392	0.0496	0.0773	0.1342	0.1236	0.0032	0.0177
	V_p	0.3167	0.1983	0.1234	0.0521	0.1083	0.1792	0.0025	0.0196
9	V_a	0.2909	0.1881	0.1245	0.0514	0.0973	0.2223	0.0019	0.0236
	V_n	0.4910	0.2017	0.0470	0.1192	0.0332	0.0702	0.0225	0.0152
9	C_1	0.3912	0.0675	0.0761	0.0202	0.2025	0.2258	0.0025	0.0142
	P	0.2437	0.0902	0.1010	0.0174	0.1393	0.3870	0.0010	0.0204
2	A	0.2383	0.3078	0.1335	0.0819	0.0787	0.1155	0.0222	0.0220
	U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U	Saídas
C_a	0.3640	0.1325	0.0761	0.0539	0.1267	0.1903	0.0036	0.0530	1.0001
V_p	0.3553	0.1316	0.0782	0.0517	0.1263	0.1977	0.0034	0.0558	1.0000
V_a	0.3517	0.1303	0.0784	0.0509	0.1260	0.1996	0.0034	0.0599	1.0002
V_n	0.3680	0.1370	0.0762	0.0561	0.1243	0.1837	0.0039	0.0509	1.0001
C_1	0.3585	0.1287	0.0774	0.0511	0.1296	0.2016	0.0033	0.0499	1.0001
P	0.3459	0.1259	0.0795	0.0480	0.1290	0.2117	0.0031	0.0569	1.0000
A	0.3544	0.1343	0.0789	0.0526	0.1241	0.1938	0.0035	0.0584	1.0000
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
Entradas	2.4978	0.9203	0.5447	0.3643	0.8860	1.3784	0.0242	1.3848	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_2	V_p	V_a	V_n	C_1	P	A	U
C_2	-0.0912	-0.0067	0.0265	-0.0234	-0.0075	0.0667	0.0004	0.0353
V_p	0.0386	-0.0667	-0.0452	-0.0004	0.0180	0.0185	0.0009	0.0362
V_a	0.0608	-0.0578	-0.0461	-0.0005	0.0287	-0.0227	0.0015	0.0363
V_n	-0.1230	-0.0647	0.0292	-0.0631	0.0911	0.1135	-0.0186	0.0357
C_1	-0.0327	0.0612	0.0013	0.0309	-0.0729	-0.0242	0.0008	0.0357
P	0.1022	0.0357	-0.0215	0.0306	-0.0103	-0.1753	0.0021	0.0365
A	0.1161	-0.1735	-0.0546	-0.0293	0.0454	0.0783	-0.0187	0.0364
U	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

Anexo D: Divisão por quadrantes: 2 passos de 5 anos - 1997

QD. SE - 97 / Previsão para 2007

Matriz M_e - Trocas e Permanência
(módulo *crosstab* - Idrisi)

		Uso do Solo - 1997							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
Uso	C_a	10488	2343	418	2063	5431	216	317	2924
	Do								
Do	V_p	2853	2130	470	678	1580	146	182	1072
	Solo								
Solo	V_a	1628	1529	392	424	848	143	120	580
	V_n	5332	1164	104	1158	3293	33	650	2346
-	C_l	4860	720	514	315	2757	358	152	493
	P	851	703	463	122	224	301	93	224
1992	A	867	449	37	207	579	3	115	492
	U	3	0	0	0	0	0	0	29079

Matriz M_t - Transição

		1 9 9 7							
		C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
1	C_a	0.4334	0.0968	0.0173	0.0852	0.2244	0.0089	0.0131	0.1208
	V_p	0.3131	0.2338	0.0516	0.0744	0.1734	0.0160	0.0200	0.1177
9	V_a	0.2874	0.2700	0.0692	0.0749	0.1497	0.0252	0.0212	0.1024
	V_n	0.3787	0.0827	0.0074	0.0822	0.2339	0.0023	0.0462	0.1666
9	C_l	0.4779	0.0708	0.0505	0.0310	0.2711	0.0352	0.0149	0.0485
	P	0.2855	0.2358	0.1553	0.0409	0.0751	0.1010	0.0312	0.0751
2	A	0.3154	0.1633	0.0135	0.0753	0.2106	0.0011	0.0418	0.1790
	U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9999

Matriz M_p - Previsão / (com entradas e saídas)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U	Saídas
C_a	0.3264	0.0910	0.0264	0.0537	0.1768	0.0142	0.0143	0.2970	0.9998
V_p	0.3216	0.0964	0.0273	0.0540	0.1744	0.0143	0.0146	0.2973	0.9999
V_a	0.3248	0.0999	0.0281	0.0550	0.1761	0.0145	0.0149	0.2865	0.9998
V_n	0.3095	0.0857	0.0249	0.0507	0.1678	0.0135	0.0135	0.3343	0.9999
C_l	0.3542	0.1013	0.0295	0.0586	0.1914	0.0159	0.0156	0.2333	0.9998
P	0.3285	0.1093	0.0305	0.0571	0.1778	0.0153	0.0157	0.2655	0.9997
A	0.3025	0.0866	0.0249	0.0501	0.1640	0.0133	0.0134	0.3451	0.9999
U	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9997	0.9999
Entradas	2.2677	0.6702	0.1916	0.3792	1.2283	0.1010	0.1020	3.0587	

Matriz M_d – Matriz da Diferença
(entre a de Previsão e a de Transição)

	C_a	V_p	V_a	V_n	C_l	P	A	U
C_a	-0.1070	-0.0058	0.0091	-0.0315	-0.0476	0.0053	0.0012	0.1762
V_p	0.0085	-0.1374	-0.0243	-0.0204	0.0010	-0.0017	-0.0054	0.1796
V_a	0.0374	-0.1701	-0.0411	-0.0199	0.0264	-0.0107	-0.0063	0.1841
V_n	-0.0692	0.003	0.0175	-0.0315	-0.0661	0.0112	-0.0327	0.1677
C_l	-0.1237	0.0305	-0.0210	0.0276	-0.0797	-0.0193	0.0007	0.1848
P	0.0430	-0.1265	-0.1248	0.0162	0.1027	-0.0857	-0.0155	0.1904
A	-0.0129	-0.0767	0.0114	-0.0252	-0.0466	0.0122	-0.0284	0.1661
U	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0002

Tendências – Resultado da Matriz da diferença

Tendência	Muito Forte	Forte	Média	Fraco	Sem
Valores	> 0.2000	0.0500 a	0.0100 a	0.0001 a	0.0000
Encontrados		0.1999	0.0499	0.0099	

Fonte: Adaptado de LORENZON FILHO, A.V. (1991)

6.2- **Representativo: da “Espacialização do Desenvolvimento Urbano” e da “Capacidade de Suporte Ambiental” - resultado por “Markov”**

Anexo E:

- Figura 72 - Imagem representativa da área de solo exposto – QD. NW / 2002 (área objeto de estudo);
- Figura 73 - Imagem representativa da espacialidade da ocupação urbana – área de solo exposto – QD. NW / 2002 (área objeto de estudo)
- Figura 74 - Imagem representativa da capacidade de suporte ambiental” – área de solo exposto – QD. NW / 2002 (área objeto de estudo);

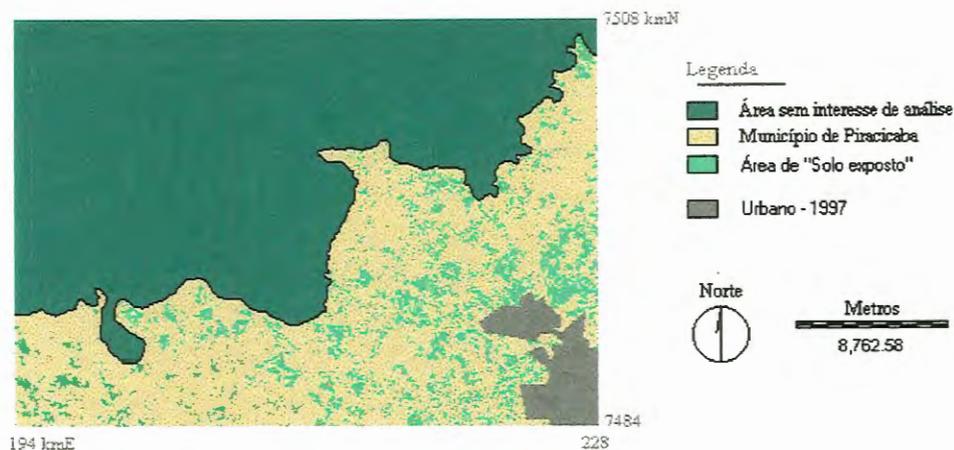


Figura 72 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ÁREA DE SOLO EXPOSTO – QD. NW / ANO 2002
(área objeto de estudo)

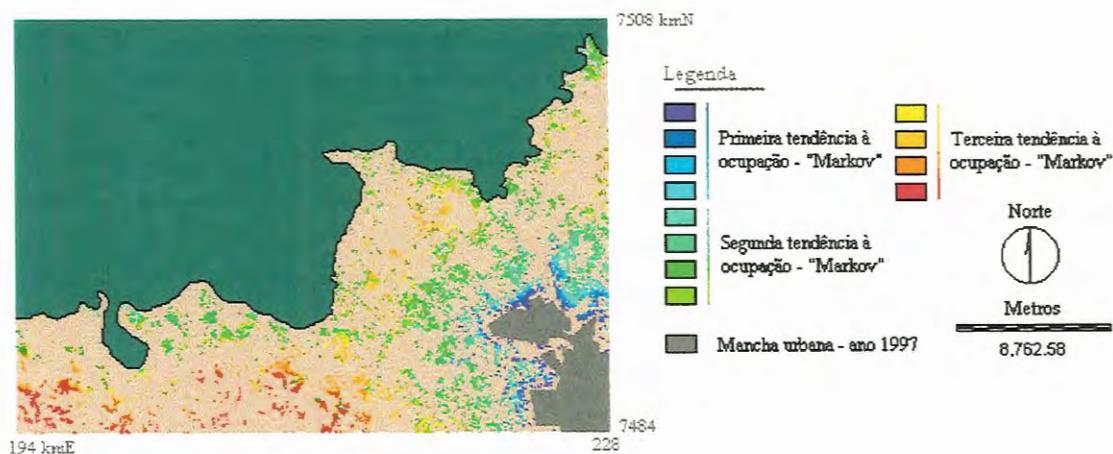


Figura 73 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA ESPACIALIDADE DA OCUPAÇÃO URBANA POR MARKOV – ÁREA DE SOLO EXPOSTO - QD. NW / ANO 2002
(área objeto de estudo)

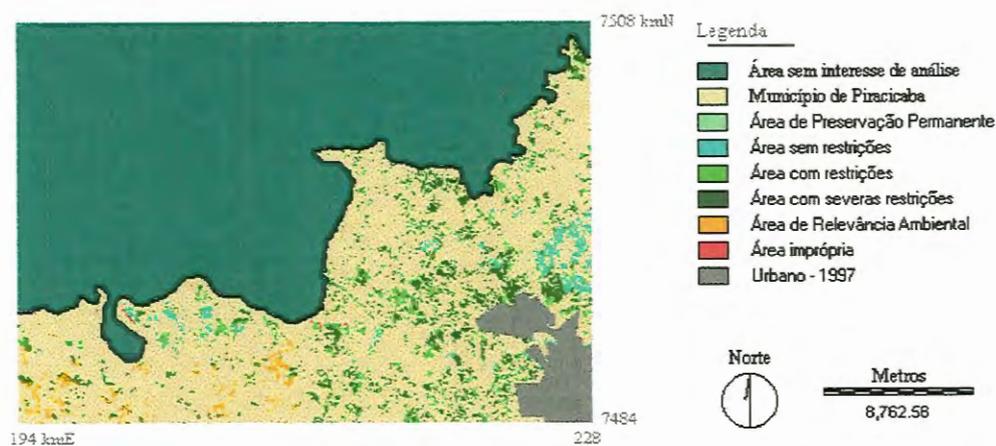


Figura 74 - IMAGEM REPRESENTATIVA DA CAPACIDADE DE SUPORTE AMBIENTAL - ÁREA DE SOLO EXPOSTO - QD. NW / ANO 2002
(área objeto de estudo)

7. BIBLIOGRAFIA

- AGENDA 21 (1997). *Conferências das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 3-14 jun./92, Rio de Janeiro. / Documentos Ambientais /
- AGUIAR, J. C. (1996). *Direito da cidade*. Rio de Janeiro, Renovar.
- ALONSO, W., FRIEDMANN, J. (1964). *Regional development and planning*. USA – Massachusetts, The M.I.T. Press.
- ALTSHULLER, A. A. (1970). *The city planning process a political analysis*. London, Cornell University Press.
- ALVES, C. de M. A (1997). *A ponderação dos fatores ambientais – com uso de sistema de informações geográficas na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água para irrigação*. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento – EESC-USP.
- AMADOR, I. M. (1990). *As manifestações sociais e econômicas conjugadas com as condições físico-ambientais, determinam a paisagem urbana, estudo de caso São Carlos-SP*. São Paulo, Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- ANDERSON, S. (1968). *Planning for diversity and choice – possible futures and their relations to the man-control of environment*. USA – Massachusetts, The M.I.T. Press.
- ANDRADE, M. C. de (1998). Formação territorial do Brasil. In: BECKER, B. K.: CRISTOFOLETTI, A.: DADOVICH, F. R.: GEIGER, P. P. (1998). *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo, Rio de Janeiro, Hucitec. p. 163-180.
- ANTUNES, P. de B. (1998). *Direito ambiental*. Rio de Janeiro, Lumem Juris.

- ARNS, P. E. & FURTADO, C. (1990). *O desafio ao sul – relatório da comissão do sul*. Porto, Portugal, Edições Afrontamento.
- BARRERE, M. (1992). *Terra patrimônio comum: a ciência ao serviço do meio ambiente e do desenvolvimento*. São Paulo, Nobel.
- BECKER, B. K.; CRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F. R.; GEIGER, P. P. (1998). *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo – Rio de Janeiro, Hucitec.
- BEGOSSI, A. (1997). Escalas, economia ecológica e a conservação da biodiversidade. In: CAVALCANTI (org.) (1997). *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo, Cortez, Recife, Fundação Joaquim Nabuco. p. 56-82.
- BERTONI, J. & LOMBARDI, F. (1990). *Conservação do solo*. São Paulo, Coleção Brasil Agrícola: Ícone.
- BERTONI, J. & LOMBARDI, F. (1993). *Conservação do solo*. São Paulo, Ícone.
- BIRKHOLZ, L. B. (1983). Evolução do conceito de planejamento territorial. In: BRUNA, G. C.; BIRKHOLZ, L. B.; NOGUEIRA, B. C.; RONCA, J. L. C.; ZAHN, C. E.; RIGHI, R. (1983). *Questões de organização do espaço regional*. São Paulo, Nobel: Edusp. p. 5-42.
- BINSWANGER, H. C. (1997). Fazendo a sustentabilidade funcionar. In: CAVALCANTI, C. (1997). *Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo, Cortez, Recife, Fundação Joaquim Nabuco. p. 41-55.
- BRANCO, S. M. (1989). *Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente*. São Paulo, Edgar Blücher.
- BRANDÃO, A. S. P. & PEREIRA, L. V. (org.) (1996). *Mercosul: perspectivas de integração*. Rio de Janeiro, Ed. da Fundação Getúlio Vargas.
- BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. *Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: documentos ambientais*. Rio de Janeiro, 1992.
- BRESSAN, D. (1996). *A gestão racional da natureza*. São Paulo, Hucitec.
- BRUNA, G. C.; BIRKHOLZ, L. B.; NOGUEIRA, B. C.; RONCA, J. L. C.; ZAHN, C. E.; RIGHI, R. (1983). *Questões de organização do espaço regional*. São Paulo, Nobel / Ed. da Universidade de São Paulo.
- BUCCI, E. F. B.; MARTIN, E. S.; MELAZZO, E. S. (1991). Expansão urbana e qualidade ambiental em municípios de pequeno porte no Oeste Paulista. *Terceiro encontro nacional de estudos sobre o meio ambiente*. Anais, Londrina-Pr., 22 a 27 de Set./91, UEL., NEMA, 1991, Vol. 1, p. 664-674.

- CANO, W. (1994). *Reflexões sobre o Brasil e a nova desordem internacional*. Campinas-SP., Unicamp.
- CARLOS, A. F. A. (1994). A natureza do espaço fragmentado. In: SANTOS, M.: SOUZA, M. A. A. de: SILVEIRA, M. L. (1994). *Território globalização e fragmentação*. São Paulo, Hucitec, Anpur. p. 191-197.
- CARLOS, A. F. A. (1994). *Cidade urbano*. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo.
- CASTELLS, M. (1983). *A questão urbana*. Trad. de Arlene Caetano. Rio de Janeiro, Paz e Terra.
- CARMO, R. L. do: SIVIEIRO, S.: BARBOSA, S. da C. S. (1992). Algumas reflexões sobre o tratamento da questão urbana no fórum global 1992. In: HOUGAN, D. J.: PEREZ FOLHO, A.: FERREIRA, L. da C.: LEITÃO FILHO, H. de F.: JARDIM, W. (1992). *Sociedade civil planetária – discussão dos tratados do fórum global*. Campinas, Nepam, Unicamp. p. 68-75
- CAVALCANTI, C. (1996). Desenvolvimento e respeito à natureza: uma introdução termodinâmica à economia da sustentabilidade. In: FERREIRA, L. da C. & VIOLA, E. (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Campinas, Unicamp. p. 319-331.
- CAVALCANTI (org.) (1997). *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo, Cortez, Recife, Fundação Joaquim Nabuco
- CAVALHEIRO, F. (1995). Urbanização e alterações ambientais. In: TAUK-TORNISIELO, S. M.: GORBI, N.: FOWLER, H. G. (1995). *Análise ambiental – uma visão multidisciplinar*. São Paulo, Ed. Unesp. p. 114-124.
- CERVALLATI, P. L. et all (1977). *La nuova cultura delle città*. Milano, Edizione Scientifiche e Tecniche.
- CINTRA, A. O. & HADDAD, P. R. (org.) (1978). *Dilemas do planejamento urbano e regional no Brasil*. Rio de Janeiro, Zahar.
- COLE, J. P., FAISSOL, S., MacCULLAGH, M. J. (1970). Projeção da população do Brasil – aplicação do método cadeia de Markov. *Revista Brasileira de Geografia*. IBGE, ano 32, nº 4, Out./Dez. 1970. p. 173-207.
- CONSTANCE, P. (1994). Remote sensing use expands to city planning. *Aviation Week and Space Technology*. New York, v. 141, n. 12, Set./94. p. 54-55

- COSTA, S. M. F. da (1996). *Metodologia alternativa para o estudo do espaço metropolitano, integrando as tecnologia de sig e sensoriamento remoto – aplicação à área metropolitana de Belo Horizonte*. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- CROSTA, A. P. (1992). *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas-SP, IG/UNICAMP.
- CHADWICK, G. (1971). *A systems view of planning – Towards a theory of the urban and regional planning process*. Pergamon Internacionalk Library
- CHRISTOFOLETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher.
- CHUVIECO, E. (1990). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid – Espanha, Ed. Rialp S.A.
- DASHEFSKY, H. S. (1997). *Dicionário de ciência ambiental – guia de A a Z*. São Paulo, Gaia.
- DEFFONTAINES, P. (1984). Como se constituiu no Brasil a rede de cidades. *Boletim Geográfico*, n. 14, p. 141-148; n. 15, p. 229-308.
- DIAS, G. F. (1998). *Educação ambiental: princípios e práticas*. São Paulo, Global.
- DOWBOR, L. (1995). Da globalização ao poder local = a nova hierarquia dos espaços. *Revista da Fundação SEADE. Questões urbanas – espaço global e regional interiorização*. São Paulo, vol. 9, n. 3, jul-set/1995. p. 3-10
- DREW, D. (1994). *Processos interativos homem-meio ambiente*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- DYNKIN, E. B. (1963). *Théorie des processus markoviens*. Paris, Dunod.
- ECO, H. (1994). *Como se faz uma tese*. São Paulo, Perspectiva.
- ERIKSSON, K. E. (1997). Ciência para o desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. (1997). *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo, Cortez; Recife, Fundação Joaquim Nabuco. p. 93-111.
- ESATMAN, J. R. (1995). *Idrisi for windows – user's guide*. Worcester, MA – USA, Clark University.

- FRANCO, T. (1996). Trabalho industrial e meio ambiente: a experiência do complexo industrial de camaçari. In: MARTINE, G. (org.) (1996). *População, meio ambiente e desenvolvimento*. Campinas, Unicamp. p. 69- 100.
- FAISSOL, S. (1971). *Um modelo preditivo de desenvolvimento econômico do Brasil – um estudo utilizando cadeia de Markov*. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, IBGE, Set./Out., 1971.
- FAISSOL, S. (1994). *O espaço, território, sociedade e desenvolvimento brasileiro*. Rio de Janeiro, IBGE.
- FERRARI, C. (1984). *Curso de planejamento municipal integrado: urbanismo*. São Paulo, Pioneira.
- FERREIRA, A.B. de H. (1986). *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- FERREIRA, L. C. (1992). Os atores e as instituições na definição da política ambiental no Estado de São Paulo. NEPAM – Núcleo de estudos de pesquisas ambientais. (1992). *Ambiente e sociedade – possibilidades e perspectivas de pesquisas*. Campinas, Unicamp. p. 11-36.
- FERREIRA, L. C. (1996). A busca de alternativas de sustentabilidade no poder local. In: FERREIRA, L. C. & VIOLA, E. (orgs.) (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Campinas, Unicamp. p. 133-160.
- FERREIRA, L. C. & VIOLA, E. (orgs.) (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Campinas, Unicamp.
- FLORENCIO, S. A. E L. & ARAUJO, H. F. (1996). *Mercosul hoje*. São Paulo, Alfa Omega.
- FORESTI, C. (1986). *Avaliação e monitoramento ambiental da expansão urbana do setor oeste da área metropolitana de São Paulo: análise através de dados e técnicas de sensoriamento remoto*. São Paulo, Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.
- FORESTI, C. & CECCATO, V. A. (1995). Aspectos da gestão urbana e qualidade de vida analisados com utilização de sensoriamento remoto. In: TAUK-TORNISIELO, S. M.; GORBI, N.; FOWLER, H. G. (1995). *Análise ambiental – estratégias e ações*. São Paulo, T. A. Queiroz / Fundação Salim Farah Maluf, Rio Claro-SP, Centro de Estudos ambientais – Unesp. p. 217-220.
- FORESTI, C. & HAMBURGER, D. S. (1995). Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do uso do solo urbano. In: TAUK-TORNISIELO, S. M.; GORBI, N.; FOWLER, H. G. (1995) *Análise ambiental – uma visão multidisciplinar*. São Paulo, Ed. Unesp. p. 141-149.

- FURTADO, C. (1964). *Formação econômica no Brasil*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura.
- GALETI, P. A. (1973). *Conservação do solo reflorestamento-clima*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola.
- GALVIN, J. M. (1995). Subsidence control in urban environments. Univ. of New South Wales, Sydney, Austrália. *Mining Engineering* (Littleton, Colorado), v. 47, n. 01, jan. 1995. p. 43-45.
- GALLIANO, A. G. (1979). *O método científico – teoria e prática*. São Paulo, Mosaico.
- GARNER, B. J. (1975). Modelo de geografia urbana e localização de povoações. In: CHORLEY, R. J. & HAGGETT, P. (1975). *Modelos sócio-econômicos em geografia*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Editora Universidade de São Paulo.
- GEIGER, P. P. (1995). A urbanização brasileira nos novos contextos contemporâneos. In: GONÇALVES, M. F. (org.) (1995). *O novo Brasil urbano – impasses, dilemas, perspectivas*. Porto Alegre, Mercado Aberto. p. 23-40.
- GIDDENS, A. (1991). *As conseqüências da modernidade*. São Paulo, Unesp.
- GONÇALVES, M. F. (1993). Novas configurações no desenvolvimento urbano paulista. *Espaço & Debates*, n. 38, 1984. p. 39-53.
- GONÇALVES, M. F. (org.) (1995). *O novo Brasil urbano*. Porto Alegre, Mercado Aberto.
- GOTTDIENER, M. (1993). *A produção social do espaço urbano*. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- HAMBURGER, D. S. (1993). *Utilização de informações derivadas de características texturais de imagens orbitais na definição de classes de uso do solo urbano*. São José dos Campos-SP. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- HARVEY, D. (1993). *A condição pós-moderna*. São Paulo, Loyola.
- HOGAN, D. J.; PEREZ FILHO, A.; FERREIRA, L. da C.; LEITÃO FILHO, H. de F.; JARDIM, W. (1992). *Ambiente e sociedade – possibilidades e perspectivas de pesquisas*. Campinas-SP., Unicamp, Nepam.

- HOGAN, D. J.; PEREZ FILHO, A.; FERREIRA, L. da C.; LEITÃO FILHO, H. de F.; JARDIM, W. (1992). *Sociedade civil planetária – discussão dos tratados do Fórum Global*. Campinas-SP., Unicamp, Nepam.
- HOGAN, D. J. & BARBOSA, S. R. da C. S. (org.) (1995). *A questão ambiental: cenários de pesquisa*. Campinas-SP., Unicamp, Nepam.
- HOGAN, D. J. (1995). Limites econômicos e demográficos da proteção da biodiversidade: o desafio ambiental no litoral de São Paulo. In: HOGAN, D. J. & BARBOSA, S. R. da C. S. (org.) (1995). *A questão ambiental: cenários de pesquisa*. Campinas, Unicamp, Nepam.
- HOGAN, D. J. (1996). Desenvolvimento sustentável na bacia hidrográfica do rio Piracicaba: limites e possibilidades. In: FERREIRA, L. C. & VIOLA, E. (orgs.) (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Campinas, Unicamp. p. 161-176.
- HORN, H. S. (1975). *Markovian propoerties of forest sucession – ecology and evolution of comunities*. Belknap, Harward, Martin L. Cody and Jared M. diamonds Ed.
- HUTCHINSON, B. & BATTY, M. (1983). *Advances ins urban sytens modelling*. New York – USA, Elsevier Science Publishing Company, Inc.
- IANNI, O. (1994). Nação: província da sociedade global? In: SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A. de; SILVEIRA, M. L. (1994). *Território, globalização e fragmentação*. São Paulo, Hucitec, Anpur. p. 77-84.
- IANNI, O. (1996). *Teorias da globalização*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira.
- JACOBI, P. (1996). A percepção dos problemas ambientais urbanos em São Paulo. In: FERREIRA, L. da C. & VIOLA, E. (org.) (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Campinas, Unicamp. p. 177-187.
- KOFFLER, N. F. (1992). Técnicas de sensoriamento remoto orbital aplicadas ao mapeamento de vegetação e uso da terra. *Revista Geográfica, Out./92, v. 17 (2)*. p. 1-25.
- KUNZLER, J. P. & QUADROS, J. C. M. DE (1995). *Mercosul e o mercado internacional: uma análise da economia mundial dividida em seus blocos regionais com destaque para o mercosul*. Porto Alegre, Ortiz.
- KURKDJIAN, M. L. N. O. (1990). Integração de dados de diferentes sistemas sensores através da técnica de transformação IHS, visando estudo da estrutura intra-

- urbana. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Manaus-AM, 1990. *Anais*. Manaus, INPE/SELPER/ISPRS, 24-29 junho, v. 2, p. 331-335.
- KURKDJIAN, M. L. N. O. (1993). *Aplicações de sensoriamento remoto ao planejamento urbano*. São José dos Campos, INPE. / INPE-5530-PRE – 1797 /
- LACAZE, J. P. (1993). *Os métodos do urbanismo*. Campinas-SP., Papirus.
- LAVIANAS, L.: CARLEAL, L. M. da F.: NABUCO, M. R. (1993). *Reestruturação do espaço urbano e regional no Brasil*. São Paulo, Anpur, Hucitec.
- LEVY, E. (1997). *Democracia nas cidades globais*. São Paulo, Nobel.
- LIMA, M. A. de (1996). Planejamento urbano: utilização de sistema de informação geográfica – sig na avaliação socioeconômica e ecologia – um estudo de caso. In: ROMEIRO, A. R.: REYDON, B. P.: LEONARDI, M. L. A. (1996). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas-SP, UNICAMP.IE. p. 219-239.
- LOCH, C. & KIRCHNER, F. F. (1988). Imagem de satélite na atualização cadastral. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal-RN., 11-15 Out./88, v. 1, p. 3-6.
- LOMBARDO, M. A. (1985). *Ilha de calor nas metrópoles – o exemplo de São Paulo*. São Paulo, Hucitec.
- LORENZON FILHO, A.V. (1991). *O uso de modelo probabilístico – cadeia de markov no estudo da expansão do setor urbano de Limeira-SP*. Rio Claro, Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- MACHADO, P. A. L. (1992). *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo, Malheiros.
- MARGULIS, S. (1990). *Meio ambiente aspectos técnicos e econômicos*. Rio de Janeiro, IPEA.
- MARTINE, G. (1996). *População, meio ambiente e desenvolvimento*. Campinas-SP., Unicamp.
- MARCHETTI, D. A. B. & GARCIA, G. J. (1977). *Princípios de fotogrametria e fotointerpretação*. São Paulo, Nobel.
- MAROSINI, M. C. (org.) (1994). *Universidade no mercosul*. São Paulo, Cortez.

- MASRI, A. & MOORE, J. E. (1995). Integrated planning information systems: disaster planning analysis. Univ. of Southern California, Los Angeles, CA – USA. *Journal of urban planning and developement*, v. 121, n.1, Mar./95, p. 19-39.
- MAY, P. H. & MOTTA, R. S. da (org.) (1994). *Valorando a natureza – análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, Campus.
- MAY, P. H. (1995). *Economia ecológica: aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, Campus.
- MENEZES, C. L. (1996). *Desenvolvimento urbano e meio ambiente – a experiência de Curitiba*. Campinas, Papirus.
- MONTEIRO, C. A. de F. (1998). A interação homem-natureza no futuro da cidade. In: BECKER, B. K.; CRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F. R.; GEIGER, P. P. (1998). *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo – Rio de Janeiro, Hucitec. p. 371-395.
- MONTE-MÓR, R. L. de (1994). Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A. de, SILVEIRA, M. L. (1994). *Território globalização e fragmentação*. São Paulo, Hucitec. p. 169-181.
- MORAES (1994). *Meio ambiente e ciências humanas*. São Paulo, Hucitec.
- MORENO, J. (1995). *A cidade de Jales, a Alta Araraquarense e o rio Tietê na ótica dos impactos e transformações nas décadas de 1940 a 1990*. São Carlos, Dissertação (Mestrado) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, da EESC-USP.
- NASCIMENTO, M. G. O. & BECKER, O. M. S. (1978). O uso da cadeia de Markov como instrumento de mensuração de uma distância funcional, percebidas entre lugares. In: FAISSOL, S. (1978). *Tendências atuais na geografia urbano/regional – teorização e quantificação*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE. p. 218-224.
- NETO, L. G. (1995). Dinâmica recente das economias regionais brasileira. *Revista da Fundação SEADE*. Questões urbanas – espaço global e regional interiorização. São Paulo, vol. 9, n. 3, julh.-set./1995. p. 24-37.
- OLIVEN, R. G. (1980). *Urbanização e mudança social no Brasil*. Petrópolis-RJ., Vozes.
- PÁDUA, J. A.; VIOLA, E.; MINC, C.; VIEIRA, L.; GABEIRA, F.; GONZAGA, P. (1987). *Ecologia e política no Brasil*. Rio de Janeiro, Espaço e Tempo, IUPERJ.

- PANIZZI, W. M. (1995). Prefácio. In: GONÇALVES, M. F. (org.) (1995). *O novo Brasil urbano – impasses, dilemas, perspectivas*. Porto Alegre, Mercado Aberto.
- PARIKB, J.: PARIKB, K.: GOKARN, S.: PAINULY, J. P.: SABA, B. SHUKLA, V. (1994). Padrões de consumo: a força propulsora do esgotamento ambiental. In: MAY, P. H. & MOTTA, R. S. (org.) (1994). *Valorando a natureza – análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, Ed. Campus. p. 1-10.
- PLANTENBERG, C. M. & AB'SABER, A. N. (org.) (1994). *Previsão de impactos*. São Paulo, Edusp.
- PRADO, H. do (1991). *Manejo dos solos – descrições pedológicas e suas implicações*. São Paulo, Nobel.
- RANIERI, S. B. L. (1996). *Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando o sistema de informações geográficas (SIG)*. São Carlos-SP, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento – EESC-USP.
- REVISTA AMBIENTE. São Paulo, Vol. 6, n. 1, 1992.
- REVISTA ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. São Paulo, Departamento de Águas e Energia Elétrica, ano 5, n. 13, 1988.
- REVISTA DA FUNDAÇÃO SEADE (1995). *Questões urbanas – espaço global e regional interiorização*. São Paulo, vol. 9, n. 3, jul-set/1995.
- RIGHI, R. (1983). O processo de urbanização e o desenvolvimento industrial no Estado de São Paulo. In: BRUNA, G. C.: BIRKHOLZ, L. B.: NOGUERIA, B. C.: RONCA, J. L. C.: ZAHN, C. E.: RIGHI, R. (1983). *Questões de organização do espaço regional*. São Paulo, Ed. Edusp. p. 45-92.
- ROCHEFORT, M. (1970). *La régionalisation de l'espace au Brésil*. Centre d'Études de Géographie Tropicale du CNRS, Bordeaux.
- ROCHEFORT, M. (1998). *Redes e sistemas – ensinando sobre o urbano e a região*. São Paulo, Hucitec.
- ROMEIRO, A. R.: REYDON, B. P.: LEONARDI, M. L. A. (1997). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas-SP., Unicamp.IE.
- RONCA, J. L. C. (1983). Metropolização e desenvolvimento no Brasil. In: BRUNA, G. C.: BIRKHOLZ, L. B.: NOGUERIA, B. C.: RONCA, J. L. C.: ZAHN, C. E.:

- RIGHI, R. (1983). *Questões de organização do espaço regional*. São Paulo, Ed. Edusp. p. 119-150.
- SACHS, I. (1986). *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo, Vértice.
- SACHS, I. (1993). *Estratégias de transição para o século XXI – desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo, Nobel.
- SANTOS, M. (1979). *Economia espacial: críticas e alternativas*. São Paulo, Hucitec.
- SANTOS, M. (1979). *O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos*. Rio de Janeiro, Francisco Alves.
- SANTOS, M. (1993). Les espaces de la globalisation. In: *Analyse du Siosystème Monde e de L'économie mondiale*. SEMINNAIRE ORGANISÉ PAR LE GEMDEV, Paris, 4-5 fév., 1993.
- SANTOS, M. (1993). *Fim de século e globalização*. São Paulo, Anpur, Hucitec.
- SANTOS, M. (1993). *A urbanização brasileira*. São Paulo, Hucitec.
- ↳ SANTOS, M. et all (org.) (1994). *Território globalização e fragmentação*. São Paulo, Hucitec.
- SANTOS, M. (1996). *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo, Ed. Hucitec.
- SASSEN, S. (1998). *As cidades na economia mundial*. São Paulo, Nobel.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente (1994). *Estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água: Bacia do Rio Piracicaba*. São Paulo, A Secretaria.
- SEARA FILHO, G. (1992). Educação ambiental: questões metodológicas. *Revista Ambiente*, Vol. 6, nº 1, 1992
- SOBRAL, H. R. (1996). *O meio ambiente e a cidade de São Paulo*. São Paulo, Makron Books.
- SOUZA, M. A. (1988). *Governo urbano*. São Paulo, Nobel.
- SOUZA, M. A. (1994). *O novo mapa do mundo: natureza e sociedade hoje – uma leitura geográfica*. São Paulo, Hucitec.

- SOUZA, M. A. de (1998). São Paulo: metrópole do terceiro milênio. In: BECKER, B. K.: CRISTOFOLETTI, A.: DAVIDOVICH, F. R.: GEIGER, P. P. (org.) (1998). *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo, Rio de Janeiro. p. 136-160.
- SMOLKA, M. O. (1996). Meio ambiente e estrutura intra-urbana. In: MARTINI, G. (org.) (1996). *População, meio ambiente e desenvolvimento*. Campinas, Unicamp. p. 133-147.
- SPIRN, A. W. (1995). *O jardim de granito*. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- SINGER, P. (1987). *Economia política da urbanização*. São Paulo, Brasiliense.
- STAR, J. & ESTES, J. (1990). *Geographic information systems: na introduction*. Prentice Hall, Englewood, N. Jersey.
- TOMMASI, L. R. (1993). *Estudo de impacto ambiental*. São Paulo, Cetesb, Terragraph.
- VELOSO, J. P. dos R. (1995). *Mercosul e Nafta: o Brasil e a integração hemisférica*. Rio de Janeiro, José Olympio.
- VIEIRA, L. (1997). *Cidadania e globalização*. Rio de Janeiro, Record.
- VILLAÇA, F. (1998). *Espaço intra-urbano no Brasil*. São Paulo, Nobel, FAPESP-Lincoln Institute.
- KON, A. (1979). *O problema ocupacional: implicações regionais e urbanas*. São Paulo, Perspectiva.
- ZAHN, C. E. (1983). O processo de urbanização: características e evolução. In: BRUNA, G.C.: BIRKHOLZ, L. B.: NOGUERIA, B. C.: RONCA, J. L. C.: ZAHN, C. E.: RIGHI, R. (1983). *Questões de organização do espaço regional*. São Paulo, Ed. Edusp. p. 25-42.