

**MONITORAMENTO E ANÁLISE AMBIENTAL
PARA GESTÃO DE ÁREAS ESPECIALMENTE
PROTEGIDAS – Caso: Parque Nacional de Chapada dos
Guimarães.**

DEDALUS - Acervo - EESC



31100016482

RUTH RODRIGUES TABACZENSKI

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 Engenharia Civil – Área Hidráulica e Saneamento

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza.

São Carlos

2000



Class.	TESE-EESC
Art.	5927
Tombo	T0195/00

31100010482

at 1099417

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

T112m

Tabaczenski, Ruth Rodrigues

Monitoramento e análise ambiental para gestão de áreas especialmente protegidas : caso : Parque Nacional de Chapada dos Guimarães / Ruth Rodrigues Tabaczenski. -- São Carlos, 2000.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.

Área: Hidráulica e Saneamento.

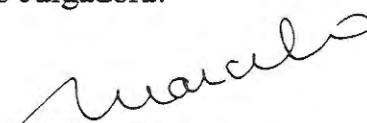
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza.

1. Monitoramento ambiental. 2. Análises geo-ambientais. 3. Gestão ambiental. 4. Áreas especialmente protegidas. 5. Geoprocessamento. 6. Sistema de Informações Geográficas. 7. SIG. 8. Sensoriamento remoto.
I. Título.

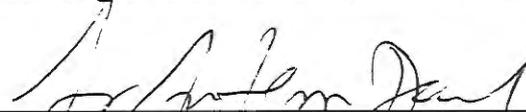
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **RUTH RODRIGUES TABACZENSKI**

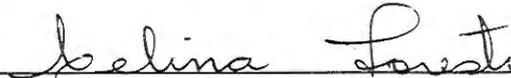
Tese defendida e aprovada em 31-03-2000
pela Comissão Julgadora:



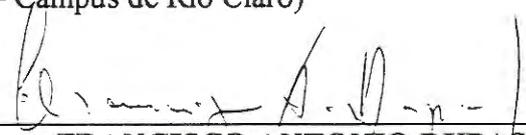
Prof. Associado **MARCELO PEREIRA DE SOUZA (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



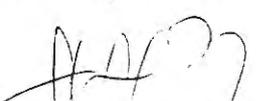
Prof. Doutor **LUIZ ANTONIO DANIEL**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



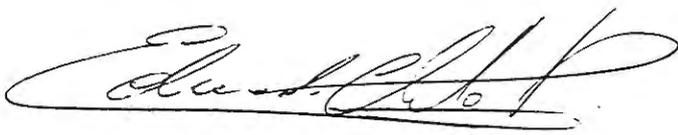
Profª. Doutora **CELINA FORESTI**
(UNESP - Campus de Rio Claro)



Prof. Doutor **FRANCISCO ANTONIO DUPAS**
(Escola Federal de Engenharia de Itajubá)



Prof. Doutor **JOSÉ SALATIEL RODRIGUES PIRES**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



Prof. Associado **EDUARDO CLETO PIRES**
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

*Dedico aos meus pais
Nair e Bernardo
(in memoriam)
pela presença constante
na forma de ensinamentos de amor,
responsabilidade, força e perseverança.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *Marcelo Pereira de Souza* pelo incentivo, apoio e imprescindível orientação neste trabalho, pela amizade e compreensão nos momentos decisivos, além da preciosa colaboração para o amadurecimento profissional.

Ao Prof. Dr. *Arthur Mattos* pela preciosa colaboração ao 'segurar' a orientação oficial, pelo apoio, pela amizade e confiança.

Ao CNPq. pela bolsa de estudos e apoio financeiro durante o período 'sandwich' na Bradford University, Inglaterra.

Ao Prof. Dr. *Nigel Coppethwaite* pela orientação e apoio no tratamento dos dados e informações da área de estudo.

Ao Prof. Dr. *Fazal Hussain Chaudhry* pelo apoio, colaboração e amizade.

Aos professores e funcionários e amigos do Departamento de Hidráulica e Saneamento/EESC/USP, do Department of Environmental Science/Bradford University, da Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso e do IBAMA/MT pela disposição em colaborar sempre e que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica (LabSig): *Aurélio, Aldo, João, Marcos, Marcelo, Patrícia, Sérgio e Sissy, Tê e Victor*, bem como à *Karla* e ao *João Bosco*, pelo apoio, pelas contribuições e agradável convivência.

A Prof^a. Dr^a. *Evlyn M.L. Novo, Flávio Jorge Ponzoni* e funcionários do INPE pela colaboração quando da aquisição e tratamento das imagens.

A minha irmã *Shirlei* pelo incentivo e pela 'retaguarda' na solução dos problemas da vida cotidiana.

Ao meu sobrinho *Bernardo* por tentar entender e relevar este prolongado período chamado de 'Tese' que nos privou de uma convivência maior.

As amigas e companheiras de longas caminhadas, *Cândida, Cecília, Deíza, Deuza, Goreth, Inês, Irene e Maria* pelo apoio, incentivo e torcida para o término deste trabalho.

Enfim a todos que de uma maneira ou de outra participaram na implementação desta importante etapa de minha existência abençoada por Deus.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iv
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	viii
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	6
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 Monitoramento ambiental.....	8
3.2 Geoprocessamento	15
3.2.1 Sensoriamento Remoto	16
3.2.2 Sistema de Informações Geográficas	22
3.2.3 Integração do Sensoriamento Remoto com o SIG	27
3.3 Áreas Protegidas.....	34
3.3.1 História, política e legislação.....	35
3.4 Planejamento do ambiente físico.....	50
3.5 Desenvolvimento Sustentável.....	57
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	72
4.1 Materiais.....	72
4.2 Área de estudo.....	75
4.3 Métodos / Fases do trabalho.....	91
FASE I <i>Estudos Básicos Preliminares realizados</i>	91
4.3.1 Pré-processamento digital das imagens.....	91
4.3.1.1 Correção Geométrica.....	93
4.3.1.2 Adequação do formato das imagens ao software a ser utilizado para obtenção de dados e informações	93
4.3.1.3 Preparação de imagens para interpretação visual.....	94
A - Realce das bandas individualmente.....	94
B - Composição de bandas.....	97
4.3.2 Definição das bandas a serem utilizadas.....	98
4.3.2.1 Padrões de respostas espectrais.....	98
4.3.2.2 Análise de componentes principais.....	100
4.3.2.3 Bandas selecionadas.....	100
FASE II – <i>Interpretação e georreferenciamento das imagens</i>	103
4.3.3. Classificação multiespectral das imagens.....	103
A - Classificação não supervisionada.....	104
B - Classificação supervisionada.....	104

C - Classificação temática final da área.....	105
4.3.4 Georreferenciamento das imagens.....	106
4.3.5 Levantamento de informações sobre o monitoramento ambiental executado por instituições afetas à proteção de áreas especiais.....	109
5 ANÁLISES GEO-AMBIENTAIS APLICADOS AOS ESTUDO DE CASO.....	115
5.1 Estudos e Análises espaço-temporal.	115
5.1.1. Alteração das características de uso e cobertura no parque e região.	116
A – Dinâmica do uso e cobertura do solo.....	116
B - Análise das alterações por tipo do uso e cobertura do solo	126
5.1.2 Índice quinquenal de área alterada.....	143
5.1.2.1 Comparação Pareada – Áreas alteradas	148
5.1.3 Proporção de áreas alteradas relacionada à estrutura fundiária.....	152
5.1.4 Índice de degradação relacionado com a declividade.....	158
5.1.5 Infra-estrutura e as transformações territoriais.....	172
5.1.6 Turismo, condicionante de alterações no ambiente.....	184
5.1.7 Condições das matas ciliares.....	191
5.2 Zoneamento Ambiental da como subsídio para o planejamento da gestão ambiental do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.	202
6 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES.....	208
7 ANEXOS.....	213
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	222

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma dos temas que subsidiam o presente trabalho.....	7
FIGURA 2 - Relação entre o monitoramento e sistema de gestão ambiental.....	10
FIGURA 3 - Assinatura espectral da vegetação seca, verde e solos expostos nas diferentes bandas do sensor TM.....	21
FIGURA 4 - Modelo básico de sistema de informações geográficas.	23
FIGURA 5 - Integração das funções de planejamento com as tecnologias de SIG e sensoriamento remoto.	56
FIGURA 6 - Localização do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.....	76
FIGURA 7 – Paisagens e ecossistemas do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.	78
FIGURA 8 – Representação tridimensional do Relevo do PNCG.	84
FIGURA 9 - Pedologia do parque e região de Chapada dos Guimarães.....	86
FIGURA 10 – Fluxograma do método aplicado no trabalho.....	92
FIGURA 11 – Diferença entre imagens com e sem realce.....	96
FIGURA 12 - Fluxograma da Classificação de Imagens Digitais de Sensoriamento Remoto no Idrisi.....	105
FIGURA 13 – Uso e cobertura na região em 1985.	120
FIGURA 14 - Uso e cobertura na região em 1990.	121
FIGURA 15 - Uso e cobertura na região em 1995.....	122
FIGURA 16 – Uso e cobertura no PNCG em 1985.	123
FIGURA 17 – Uso e cobertura no PNCG em 1990.....	124
FIGURA 18 – Uso e cobertura no PNCG em 1995.	125
FIGURA 19 - Classificações cruzadas de Cerrado e Área Alterada na	128

região.	
FIGURA 20 - Classificações Cruzadas de Cerrado e Área Alterada no Parque.	130
FIGURA 21 - Classificações Cruzadas de Mata Galeria e Área Alterada na Região.	132
FIGURA 22 - Classificações cruzadas de Mata Galeria e Área Alterada no parque.	134
FIGURA 23 - Classificações cruzadas de Mata Encosta e Área Alterada na região.	136
FIGURA 24 - Classificações cruzadas de Mata Encosta e Área Alterada no parque.	138
FIGURA 25 - Classificações cruzadas de Mata Transição e Área Alterada na região.....	140
FIGURA 26 – Classificações cruzadas de Mata de Transição e Área Alterada no parque.	141
FIGURA 27 - Total de área alterada na região em 1985, 1990 e 1995.	145
FIGURA 28 - Total de área alterada no parque em 1985, 1990 e 1995.	146
FIGURA 29 – Evolução da devastação/revegetação na região nos períodos 1985/1990, 1990/1995 e 1985/1995.....	149
FIGURA 30 - Evolução da devastação/revegetação no PNCG nos períodos 1985/1990, 1990/1995 e 1985/1995	151
FIGURA 31 - Distribuição fundiária no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães em 1999.	153
FIGURA 32 – Alteração de área relacionada com a estrutura fundiária no PNCG.	155
FIGURA 33 - Áreas alteradas, na região, relacionadas com a declividade - 1985.....	164
FIGURA 34 - Áreas alteradas, na região, relacionadas com a declividade – 1990.	165
FIGURA 35 - Áreas alteradas, na região, relacionadas com a declividade – 1995.	166
FIGURA 36 – Áreas alteradas relacionadas com a declividade , no parque, em 1985.....	169

FIGURA 37 – Áreas alteradas relacionada com a declividade, no parque, em 1990.	170
FIGURA 38 - Áreas alteradas relacionada com a declividade, no parque, em 1995.	171
FIGURA 39 – Área alterada em função da distância da infra-estrutura em 1985.	174
FIGURA 40 – Área alterada em função da distância da infra-estrutura em 1990.	175
FIGURA 41 – Área alterada em função da distância da infra-estrutura em 1995.....	176
FIGURA 42 – Área degradada, no parque, pela indução da infra-estrutura – 1985.....	178
FIGURA 43 – Área degradada, no parque, pela indução da infra-estrutura –1990.....	179
FIGURA 44 – Área alterada, no parque, por indução da infra-estrutura 1995.....	180
FIGURA 45 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos - 1985.....	187
FIGURA 46 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos – 1990.....	188
FIGURA 47 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos – 1995.....	189
FIGURA 48 - Mata ciliar devastada até 1985, na região.....	195
FIGURA 49 - Mata ciliar devastada até 1990, na região.....	196
FIGURA 50 - Mata ciliar devastada até 1995, na região.....	197
FIGURA 51 - Mata ciliar devastada até 1985, no PNCG.....	199
FIGURA 52 - Mata ciliar devastada até 1990, no PNCG.....	200
FIGURA 53 - Mata ciliar devastada até 1995, no PNCG.....	201
FIGURA 54 – Mapa síntese das áreas de reserva legal.....	204
FIGURA 55 – Zoneamento ambiental para controle do uso e ocupação do PNCG.	207

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Prioridades internacionais para o desenvolvimento sustentável.....	60
TABELA 2 – Estimativa de investimento global em desenvolvimento sustentável.....	61
TABELA 3 – Comparação entre a economia e a ecologia convencionais e a economia ecológica.....	69
TABELA 4 – Valores para o realce das imagens.....	95
TABELA 5 – Exemplos de composições coloridas experimentadas.....	97
TABELA 6 – Respostas espectrais dos temas das diferentes bandas	99
TABELA 7 – Bandas do Satélite LANDSAT/TM5 e suas principais aplicações potenciais.....	102
TABELA 8 - Valores das coordenadas para o georreferenciamento – mapa/imagem 1985.....	107
TABELA 9 – Instituições, do Brasil, com execuções afetas as áreas especialmente protegidas, que responderam o questionário.....	111
TABELA 10 – Instituições, do Reino Unido, com execuções afetas as áreas especialmente protegidas, que responderam o questionário.....	112
TABELA 11 - Uso e ocupação do solo na região, no período 1985/95.....	117
TABELA 12 - Uso e ocupação do solo no PNCG, no período 1985/95.....	119
TABELA 13 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.....	126
TABELA 14 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.	127
TABELA 15 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.	127
TABELA 16 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.	127

TABELA 17 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.....	127
TABELA 18 - Matriz da classificação cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.....	129
TABELA 19 - Matriz da classificação cruzada do Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.	129
TABELA 20 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.	131
TABELA 21 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.	131
TABELA 22 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Galeria e Área Alterada, no parque, no período 1985/1990.	131
TABELA 23 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Galeria e Área Alterada, no parque, no período 1990/1995.	131
TABELA 24 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Galeria e Área Alterada, no parque, no período 1985/1995.	133
TABELA 25 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Área Alterada, na região, no período 1985/1990.	133
TABELA 26 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.	135
TABELA 27 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Área Alterada, na região, no período 1985/1995	135
TABELA 28 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Área Alterada, no parque, no período 1985/1990	135
TABELA 29 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Área Alterada, no parque, no período 1990/1995..	135
TABELA 30- Matriz da classificação cruzada da Mata de Encosta e Área Alterada, no parque, no período 1985/1995.	137
TABELA 31 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.....	137
TABELA 32 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.....	137
TABELA 33 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período	139

1985/1995.....	
TABELA 34 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.....	139
TABELA 35 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.....	139
TABELA 36 - Matriz da classificação cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.....	139
TABELA 37 - Distribuição fundiária do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães – 1999.	152
TABELA 38 - Total de Área Alterada relacionada com a Estrutura Fundiária no PNCG.	156
TABELA 39 - Áreas Alteradas Relacionadas a Estrutura Fundiária do PNCG.	157
TABELA 40 - Níveis de Declividade Utilizado para o Estudo.....	162
TABELA 41 - Área Alterada Relacionada com a Declividade do terreno, na região.	162
TABELA 42 - Área Alterada Relacionada com a Declividade do terreno, no parque.....	163
TABELA 43 - Relação percentual entre a área total da região com as áreas alteradas relacionadas com a declividade.	167
TABELA 44 - Relação percentual entre a área total do parque com as áreas alteradas relacionadas com a declividade.....	167
TABELA 45 - Área degradada, na região, pela indução da Infra-estrutura.....	173
TABELA 46 - Área degradada, no parque, pela indução da Infra-estrutura.....	177
TABELA 47 - Índice de áreas degradadas, em função do tempo, pela indução da infra-estrutura, na região.....	181
TABELA 48 - Índice de áreas degradadas, em função do tempo, pela indução da infra-estrutura, no parque.....	182
TABELA 49 - Relação entre o total de área alterada na região e as áreas alteradas em função da infra-estrutura ao longo do período 1985-1995.....	182

TABELA 50 - Relação entre o total de área alterada no parque e as áreas alteradas em função da infra-estrutura ao longo do período 1985-1995.	183
TABELA 51 - Índice de área alteradas em torno de pontos turísticos do PNCG.	186
TABELA 52 - Participação fundiária da União no PNCG.....	202

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍGLAS

AIA	- avaliação de impactos ambientais
APA	- áreas de proteção ambiental
B/SIR-B	- Shuttle Image Radar
BID	- Banco Interamericano de Desenvolvimento
CAD	- Computer Aided Design
CAM	- Computer Assisted Mapping
CEMA	- Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DLG	- U.S. Geological Survey Digital Line Graph DLG
ERS	- European Remote Sensing Satellite
ERTS	- Earth Resources Technology Satellite
EUPS	- Equação Universal de Perda de Solo
FEMA	- Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso.
FUNATURA	- Fundação Pró Natureza
GEMS	- Sistema de Monitoração do Meio Ambiente Global
GIS	- Geographic Information System
GRID	- Banco de Informações dos Recursos Globais
IBAMA	- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDRISI	- Sistema de Informações Geográficas

IGBP	- International Geosphere-Biosphere Programme
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IUNC	- International Union for the Conservation of Nature
LANDSAT	- Series of Earth remote sensing satellites
MAIA	- Manual de Avaliação de Impacto Ambiental
MSS	- multispectral Scanner
NASA	- National Agency of Sattelite Administration
NCGIA	- National Center for Geographic Information and Initiative Analysis
NDVI	- Normalized difference Vegetation Index
NOAA	- National Oceanic and Atmospheric Administration Sattelite
ONU	- Organização das Nações Unidas
PAE	-Plano de Ação Emergencial do PNCG
PNCG	- Parque Nacional de Chapada do Guimarães
PNMA	- Política Nacional de Meio Ambiente
PNUD	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRODEAGRO	- Programa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Mato Grosso
PVI	- Perpendicular Vegetarion Index
RATIO	- Ratio Vegetation index
RIMA	- Relatório de Impacto Ambiental
RIO-92	- Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
RMS	- Roo: Mean Square
SIG	- Sistema de Informações Geográficas

SISNAMA	- Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SPOT	- Systeme Probatoire d'Observation de la Terre
SR	- Sensoriamento Remoto
TIGER	- Bureau of the Census Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing
TM	- Thematic Mapper
USLE	- Universal Soil Loss Equation
UTM	- Projeção Universal Transversa de Mercator
WCED	- World Commission on Environment and Development
WCS	- World Conservation Strategy
WWF	- Fundo Mundial para a Natureza
ZPM	- Zona de Proteção Máxima
ZRC	- Zona de Recuperação compulsória
ZRPE	- Zona de Recuperação por Programas Especiais
ZCE	- Zona de Controle Específico

RESUMO

TABACZENSKI, R.R. (2000) *Monitoramento e Análise Ambiental para Gestão de Áreas Especialmente Protegidas – Caso: Parque Nacional de Chapada dos Guimarães*. São Carlos/SP, 232 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

As áreas especialmente protegidas e legalmente instituídas constituem-se elementos importantes na conservação e preservação de ecossistemas, espécies animais e vegetais e na implementação de um desenvolvimento em moldes sustentáveis.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta e discute uma metodologia de monitoramento e análise ambiental de forma a contribuir para a eficiência, na gestão ambiental, das unidades de conservação criadas.

Utiliza para isto importantes ferramentas, tais como o sistema de informações geográficas – IDRISI – e imagens de sensoriamento remoto – Landsat/TM, como forma de agilizar e dar eficiência ao processo de análise da dinâmica multi-temporal das transformações ambientais, e avaliar a eficácia do cumprimento da proposta de implementação, enquanto unidade de conservação, no caso, o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.

Nestes termos, propõem-se algumas análises geo-ambientais comparativas e um zoneamento ambiental como sugestão para serem implementadas de forma a racionalizar o uso e ocupação do solo em áreas a serem protegidas. Além disso, contribuir para minimizar os custos operacionais.

Por fim, discute-se a eficiência do método empregado, concluindo que ele atende aos objetivos preconizados de contribuir para uma eficiente gestão de áreas protegidas.

Palavras-chave: Monitoramento Ambiental, Análises Geo-ambientais, Gestão Ambiental, Áreas Especialmente Protegidas, Geoprocessamento, Sistema de Informações Geográficas - SIG, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

TABACZENSKI, R.R (2000). *Environmental Monitoring and Analysis for management of Protected Areas- Case: National Park of Chapada dos Guimarães*. São Carlos, SP. 232 p. PhD Thesis – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo. São Carlos, SP, Brazil.

The legally protected areas are important to conserve and protect ecosystems, fauna and flora species and to implement sustainable development. This work presents a monitoring method which contributes to the environmental management of the conservation units. The important tools of geographic information systems – IDRISI – and remote sensing imagery – LANDSAT/TM were used to analyse the environmental transformations and evaluate the efficiency of protected areas as conservation units. This method was implemented in the National Park of Chapada dos Guimarães in Mato Grosso State of Brazil. In order to optimize soil use and occupation and to reduce administration costs, some comparative environmental analysis and environmental zoning are proposed. It is concluded that environmental management of protected areas is efficiently achieved by the method presented in this study.

Keywords: Environmental Monitoring; Geo-environmental Analysis, Environmental Management; Environmentally Protected Areas; Geoprocessing, Geographic Information Systems; Remote Sensing.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana e as diversas práticas de apropriação do espaço pela atividade antrópica têm sido o principal fator de degradação do meio ambiente e que conspira para reduzir a capacidade suporte da biosfera, além de afetar a atmosfera e influenciar os ciclos energético, hidrológico e biogeoquímico.

Segundo KONDRATYEV et al. (1996), o International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) preocupado com a ecologia global, estabeleceu como seu principal objetivo o estudo das mudanças na geosfera, especialmente sob o ponto de vista do impacto antropogênico nos ciclos biogeoquímico do carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo e água. Também estabeleceu estudo sobre a dinâmica de fatores de suporte da vida, tais como: a radiação, a qualidade do ar e águas naturais, fertilidade do solo, bem como as interações entre fenômenos biosféricos e geosféricos.

O conhecimento e estudo das modificações dos meios físico (solo, água, etc.), biológico (seres vivos) e antrópicos (áreas urbanas, rodovias, atividades agrícolas, etc.), e seu conseqüente *monitoramento*, tornou-se uma condição primordial para se implementar uma política de uso racional e de respeito à suscetibilidades e capacidade suporte do meio ambiente de forma global.

Convém salientar que

“as intervenções humanas na natureza podem ser criativas e realmente melhorar a natureza, desde que se

baseiem na compreensão ecológica dos sistemas naturais e de suas potencialidades de evolução, quando transformados em paisagem harmonizadas” (DUBOS¹ apud SACHS, 1986, p. 48).

A par do recente crescimento da consciência ecológica, felizmente, tem-se o conhecimento de que tanto o desenvolvimento como a conservação podem caminhar juntos em benefício da população. Ao passo que *desenvolvimento* obtém benefícios por meio do uso da biosfera, *conservação* realiza benefícios que asseguram esse uso ser continuado. Existe, atualmente (2000), um aumento na consciência de que a economia mundial tem de caminhar para um desenvolvimento sustentável em vez de explorar e destruir os recursos naturais.

Na atualidade, a velocidade das mudanças que se processam em todas as esferas e sistemas da sociedade despertam a consciência de que existem questões, cada vez mais numerosas, a exigir um enfoque abrangente e que as explique. Evidentemente, não mais a partir de si mesmas, mas a partir da integração entre todas as outras questões.

Essa dinâmica dos processos que provocam transformações ambientais exige, ainda, instrumentos que forneçam respostas imediatas e que tenham uma capacidade de simulação de situações que permita um prognóstico imediato de eventos possíveis de sucederem. A elaboração de prognóstico permite uma intervenção racional e ágil nos processos de desenvolvimento e preservação.

A condição de imediatismo, advinda do crescimento acelerado e desordenado, gera necessidade da manipulação, da integração e do inter-relacionamento do crescente volume de dados que se modificam e, por isso, devem ser atualizados em velocidade cada vez maior.

Instrumentos das mais diversas ordens foram criados para implementar e subsidiar a política de desenvolvimento sustentável, desde os legais até equipamentos e softwares.

¹ DUBOS, R. “Symbiosis between the Earth and Humankind”. Science, n. 4.252, v. 193, 1976. Apud SACHS, I (1986). Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. Vértice. São Paulo.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) ou "Geographic Information System" (GIS), vem ao encontro desta realidade. Devido ao seu potencial de interação com o usuário, tratamento e análise de imagem de satélite, de sua capacidade de cruzamento de mapas digitais e dados alfanuméricos, velocidade de operação, capacidade de simulações e versatilidade de apresentação de informações espaciais.

Na última década, o SIG tem ampliado seu campo de aplicação, tais como: o planejamento urbano e dos recursos hídricos, a previsão de poluição não pontual, a análise e interpretação de imagens de sensoriamento remoto com diversas finalidades, manejo de sistemas de saúde, suscetibilidade natural à erosão de uma determinada área para tomada de decisões na implantação de projetos, nelas inserindo dados econômicos.

Uma das mais significantes tendências da ciência moderna é um acelerado crescimento do interesse no sensoriamento remoto ambiental. É com as recentes aplicações de sensoriamento remoto no estudo do ambiente do homem que este volume de experiências está relacionado. Para BARRETT & CURTIS (1995), os cientistas estão convencidos de que a observação da Terra através do sensoriamento remoto, fornece o único meio efetivo - e com custos financeiros viáveis - de aquisição de dados para estudo e monitoramento de conteúdos ambientais. Isto para contribuir para mitigação dos problemas ecológicos.

Desta forma, no presente trabalho, estas duas ferramentas serão utilizadas consorciadas na quantificação, qualificação e análises multitemporal dos fatores ambientais e antrópicos condicionantes de alterações no tipo de uso e cobertura do solo.

Diversas instituições e movimentos internacionais têm impulsionado e estimulado a adoção de medidas executadas no âmbito local ou regional como parte de uma rede global de ações concretas que visam à proteção e preservação do meio ambiente do planeta Terra.

No Brasil, tem-se observado que nos últimos anos a atenção volta-se para os ricos e diversificados ecossistemas, na forma de criação de diversas áreas a serem especialmente protegidas.

Neste sentido, diversas legislações e regulamentações foram criadas na última década. Mas, a adequada implementação esbarra em problemas de ordem institucional, fiscal e de priorização política. Desta forma, algumas destas áreas não estão conseguindo desempenhar o real papel que lhes foi destinado.

Por outro lado tem-se uma carência de adoção e sistematização de formas de detecção do grau de comprometimento dos recursos naturais destas áreas com suas reais potencialidades e limitações.

Perseguindo este intuito, o presente trabalho pretende contribuir com demonstração aplicada de uma metodologia de monitoramento ambiental, que com adaptações, possa ser utilizada em diversos casos.

Assim, procurou-se escolher uma área – Parque Nacional de Chapada do Guimarães - de significativa importância ecossistêmica, cultural e econômica como estudo de caso e elaboração deste trabalho.

O presente trabalho é composto por fases interligadas em conteúdo e seqüência, da seguinte forma:

- 1 – Introdução: que visa a dar uma panorâmica geral dos temas motivadores para o trabalho e o conteúdo do mesmo.
- 2 – Objetivos: a serem alcançados com o seu desenvolvimento.
- 3 – Revisão Bibliográfica: pautada nos temas de embasamento fundamental ao respaldo e consecução do trabalho.
- 4 – Materiais e Métodos: onde são descritos os materiais utilizados, a área de estudo de caso e a síntese do método desenvolvida para o trabalho e ao longo deste. Este item foi dividido em duas fases, uma de estudos básicos realizados para aquisição de conhecimentos e técnicas (Fase I), e outra de interpretação e georreferenciamento das imagens digitais de sensoriamento remoto (Fase II). Além disso, apresenta um levantamento de instituições, no Brasil e Reino Unido, envolvidas com áreas de proteção ambiental e os métodos de monitoramento e ferramentas utilizados.

5 – Estudos e Análises Geo-ambientais, aplicadas ao estudo de caso: o qual se trata da aplicação prática desta pesquisa relativa ao desenvolvimento das diferentes formas de cruzamento e interpretação dos dados e informações, para a caracterização da área de estudos em termos dos elementos que possuem influência nas transformações ambientais ocorridas. Além disso, demonstrar as possibilidades de diferentes formas de análises que visam a subsidiar a gestão ambiental de maneira geral.

6 – Considerações e Conclusões: apresenta as conclusões gerais do trabalho e levanta questões a serem discutidas e estudadas.

Com os resultados deste trabalho pretende-se contribuir para que ações de proteção e preservação, do meio ambiente como um todo, e mais especificamente das áreas especiais (Parques nacionais, Áreas de proteção ambiental, Reservas ecológica, etc.), sejam implementadas com o apoio do *monitoramento ambiental*. Sendo este realizado por instrumentos ágeis que permitam a fácil atualização e retroalimentação do banco de dados e informações digitais, para que o processo de planejamento, proteção e preservação ocorra de forma concreta e de acordo com a realidade do momento vivido.

2. OBJETIVOS

GERAL

Apresentar e discutir alguns critérios para desenvolvimento de método de monitoramento e análise ambiental, para gestão de áreas especialmente protegidas, utilizando o sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas.

ESPECÍFICO

Aplicar a proposta em um estudo de caso - Parque Nacional de Chapada dos Guimarães - avaliando sua viabilidade para implementação de medidas para a proteção e preservação de áreas especiais.

Verificar as transformações multi-temporais ocorridas na superfície do solo bem como de fatores geradores.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão bibliográfica está pautada em temas, tais como: monitoramento ambiental, sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas, desenvolvimento sustentável e outros, que embasam e subsidiam a elaboração da proposta de monitoramento ambiental de áreas especiais sugerida nesta tese. O inter-relacionamento das áreas abordadas é mostrado na figura 1.

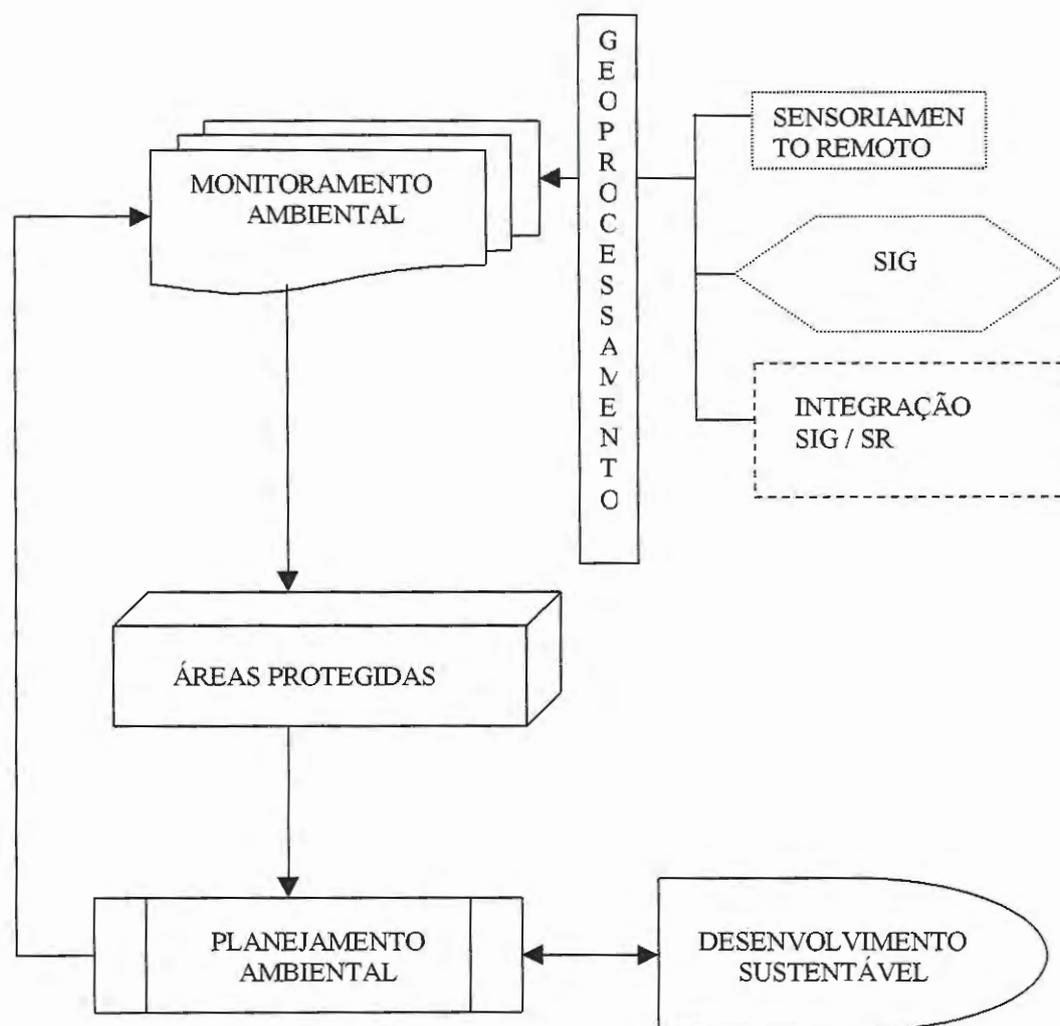


FIGURA 1 -Fluxograma dos temas que subsidiam o presente trabalho.

3.1 Monitoramento Ambiental

A tomada de consciência da problemática ambiental está inserida, atualmente, no contexto social e começa a permear as ações humanas.

O ser humano está consciente, embora as práticas não evidenciem isto, em relação à larga escala do crescimento dos problemas ambientais de modo global.

Apesar de o despertar da “consciência ambiental”, em que pese suas atividades, o homem tem alterado de maneira considerável os ecossistemas provocando desastres ambientais de diferentes proporções, considerados tanto em termos de tempo quanto de espaço.

Desenvolver social e economicamente é preciso, ademais, conservar e preservar torna-se necessário, para que não se interrompa ou dificulte o processo de evolução humana.

Para CORSON (1993), tal objetivo pode ser atingido através da busca de um programa de desenvolvimento de forma sustentável, que satisfaça, hoje, as necessidades do indivíduo, sem destruir os recursos que serão necessários no futuro. Um programa baseado em planejamento a longo prazo e no reconhecimento de que, para manter o acesso aos recursos que tornam a nossa vida diária possível, deve-se admitir os limites de tais recursos.

Para uma eficaz atuação do Homem, como ser social, racional e afetivo, para proteção do meio ambiente, torna-se necessário o estudo e acompanhamento das reações do ambiente em relação às suas intervenções sobre a superfície terrestre.

Ao estudo das características e transformações ocorridas no ambiente terrestre, em relação ao tempo e espaço, e dos impactos ambientais provocados bem como agentes/fatores causais pode-se cognominar de *monitoramento ambiental*.

Salienta SOUZA (1999) que,

“deve ser notada a grande importância da existência de informações e dados, para que a caracterização ambiental possa ser devidamente realizada. A falta de informações pertinentes ao

contexto da caracterização ambiental pode comprometer a qualidade desta etapa, que é fundamental ao bom funcionamento do Sistema de Gestão Ambiental. Afinal, sem informações não existe administração.”

Cabe aqui ressaltar que a carência de dados e informações é uma constante em termos de Brasil, pois a cultura nacional é de não registro e há ausência de memória e arquivos.

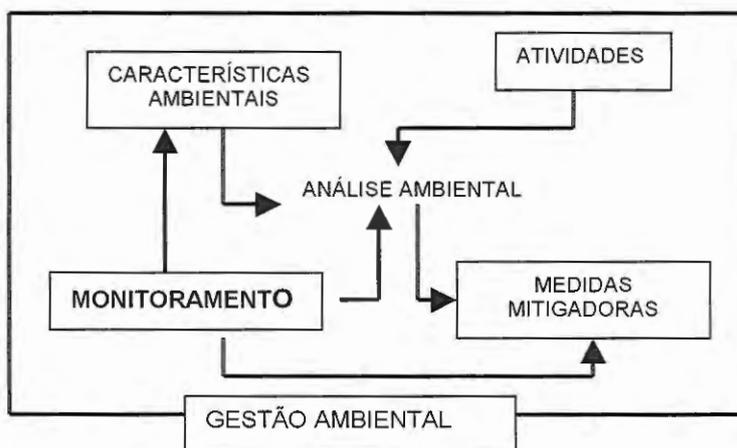
O monitoramento ambiental realizado de forma sistemática permite reorientar o planejamento e execução de ações mais ponderadas, ou seja, que se coadunem com o binômio desenvolvimento-preservação possibilitando o desenvolvimento sócio-econômico sustentável, bem como a predição de eventos permitindo a intervenção e redirecionamento dos fatos.

Segundo SOUZA (1999), para gerenciar as atividades humanas sob o prisma da questão ambiental, não se pode perder a visão do todo, a integração entre as partes e o objetivo maior em que se insere a ação ou a atividade que se está se desenvolvendo ou, em outras palavras, o que ela representa na globalidade da questão ambiental. E, afirma que, essa abordagem sistêmica do meio ambiente, através da gestão ambiental, propicia a criação de canais de comunicação, nos quais os fatores ambientais serão identificados, analisados e ponderados, observando-se todas as áreas do conhecimento e permitindo, assim, a compreensão global dos problemas, e também a aplicação de soluções ambientalmente mais adequadas.

O mesmo autor inclui a instalação e operação de uma rede de monitoramento como uma das etapas para a consecução da gestão ambiental e ilustra a relação na figura 2.

O mesmo autor afirma que o monitoramento é “a etapa da gestão ambiental responsável pela retroalimentação do processo de planejamento de ocupação e apropriação do meio ambiente, através da verificação da adequabilidade dos procedimentos adotados na fase de planejamento e da eficácia das ações mitigadoras adotadas, baseando-se no fluxo de informações através das partes que compõem o sistema. A aplicação do

monitoramento é condição necessária para a garantia da qualidade desejada, uma vez que considera o dinamismo dos fatores ambientais intervenientes”.



Fonte: Adaptado de Souza (1999).

FIGURA 2 - Relação entre o monitoramento e o sistema de gestão ambiental.

Neste trabalho fixou-se a atenção às transformações ocorridas na superfície do solo bem como de seus fatores geradores.

O monitoramento de transformações da crosta terrestre pela ação antrópica - quer seja em relação à urbanização, expansão agro-pastoril, atividades extrativistas (minerais e vegetais), desmatamentos e queimadas, por exemplo - desde há aproximadamente duas décadas tem sido realizado com a utilização de imagens de sensoriamento remoto, como será visto em algumas aplicações a seguir.

CHANGDA et al. (1994) descrevem um método de monitoramento da expansão urbana e mudanças ambientais utilizando quatro cenas das imagens do Thematic Mapper - TM, de Beijing, de 1984, 87, 89 e 92. Obtiveram mapas da área construída, áreas verdes, corpos d'água e ilhas de calor, por meio de processamento em microcomputador. Chegaram à conclusão de que a qualidade ambiental de Beijing melhorou no período

considerado, devido ao aumento de áreas verdes e recursos hídricos e decréscimo na poluição dos corpos d'água.

O monitoramento do uso dos recursos naturais da terra na Romênia foi realizado por ZEGHERU (1986), por intermédio do estudo das tendências de uso do solo, principais causas do desgaste da terra, utilizando bases cadastrais provindas dos dados de sensoriamento remoto. Foram apresentadas ainda sugestões de medidas para a proteção do solo.

A evolução na sistemática de obtenção de informações temáticas provindas de uma base de dados de sensoriamento tem sido acentuada com a utilização de sistema de informações geográficas - SIG.

O monitoramento das mudanças no uso da terra, as condições do solo, a expansão urbana e o impacto ambiental em Sumatra, na Indonésia, foi estudado por HUSSIN & SHAKER (1994a), com a utilização de dados multitemporais dos sensores do European Remote Sensing Satellite (ERS-1) e do radar JER-1.

Técnicas de fusão de imagens óticas (Thematic Mapper/TM) e de microondas (Shuttle Image Radar-B/SIR-B), foram avaliadas por HUSSIN & SHAKER (1994b), para monitoramento dos recursos naturais. Concluíram que esta fusão melhora a qualidade de informações obtidas para interpretação visual e automatizada.

Várias metodologias utilizando o sensoriamento remoto e o SIG são apresentadas por OLSSON (1986) para o estudo dos recursos naturais renováveis. Diferentes aspectos do monitoramento da vegetação são explorados por este último autor que, ainda, inclui tópicos como disponibilidade/demanda de fontes de recursos naturais e mapeamento de riscos de erosão.

HUSSIN & MARIA (1994) utilizaram imagens do SAR e SPOT XS para o monitoramento das condições e inventário das florestas tropicais no norte das Filipinas.

O inventário do desmatamento para implantação de fazendas de gado e de agricultura no Estado do Acre, com a utilização de dados de radar, foi realizado por KUX et al. (1994). Foi detectado o alto potencial para este tipo

de classificação, através dos dados do ERS-1 e SAR-580, bem como uma boa eficiência para estudo do uso e cobertura da terra nos estudos ambientais.

A identificação de áreas erodidas, provocadas pela rápida ocupação do entorno de Brasília, foi realizada por BLANCO et al. (1994), usando técnicas de realce em imagens de sensoriamento remoto (TM-Landsat) integradas com informações de declividades, utilizando o SITIM/SGL. Concluíram que foram obtidos resultados bastante refinados e que as técnicas utilizadas foram vantajosas e de rápido processamento.

Mediante a interpretação das imagens do TM-Landsat e observações "in loco" CRESANI & SANTOS (1994), identificaram a erosão ocorrida na bacia do Alto Taquari e a acumulação de sedimentos no Pantanal Mato-grossense. Eles constataram alterações na morfologia fluvial, no padrão de cheias e redução de área de refúgio do gado durante as inundações, trazendo ainda como consequência uma ruptura na cadeia alimentar.

A produtividade dos ecossistemas natural e agrícola, segundo BARRETT & CURTS (1995), depende da manutenção da qualidade do solo juntamente com hábitos de insetos e outros animais benéficos como os polinizadores, os predadores e parasitas de pestes. Afirmam, ainda, que o solo é a parte crucial para o sistema vida-suporte e que o distúrbio no balanço natural na dinâmica do solo tem causado grande impacto na fertilidade do mesmo em muitas regiões do globo e, principalmente, em países tropicais.

As alterações do uso e ocupação da terra da porção sul de Belo Horizonte, forma monitoradas por SANTANA & JARDIM (1999), por meio do sensoriamento remoto orbital multi-temporal. Observaram os fenômenos da expansão urbana característico e diferenciado da área em estudo. Concluíram que a técnica utilizada foi satisfatória na identificação das alterações em períodos de tempo.

O estudo das alterações de uso e ocupação do solo no município de Ribeirão das Neves, entre 1989 e 1996, foi realizado por SANTO & JARDIM (1999), realizado por meio da técnica de composição colorida multitemporal.

Concluíram que a articulação de ações pontuais trazem resultados mais seguros e remetem á utilização de SIG e sensoriamento remoto como modelo de sucesso.

A análise ambiental da evolução do uso do solo como subsídio a investigações sócio-ambientais foi realizada por RAMALHO & MOURA (1999), utilizando técnicas de geoprocessamento e SIG. Concluíram que houve modificação nas classes de uso e ocupação do solo com vocação de uso urbano, do Maçico do Gericinó/Mendanha.

Método de representação do conhecimento espaço-temporal baseado na descrição de mudanças em relação a existência/não existência de objetos geográficos identificáveis é apresentado por HORNSBY & EGENHOFER (2000). Os autores concluem que o método permite descrever os fenômenos espaço-temporais e abre portas para o entendimento dos componentes subjacentes às mudanças e reconhecimento das semânticas associadas às transformações.

Nas últimas décadas na busca de uma melhor compreensão dos processos que apoiam todas as formas de vida na Terra,

“grande parte do novo conhecimento acerca de como funciona a biosfera e de como a atividade humana afeta o sistema global vem de programas destinados a monitorar os processos e mudanças globais, e a desenvolver modelos computadorizados para simular e analisar tais processos” (CORSON, 1993, p. 315).

Ainda segundo este último autor, um grande número de programas internacionais nessas áreas já foram completados, incluindo o Ano Geofísico Internacional, Programa Biológico Internacional e Década Hidrológica Internacional. E, outros programas em andamento, desde 1993, incluem: O Sistema de Monitoração do Meio Ambiente Global (GEMS) e o Banco de Informações dos Recursos Globais (GRID), ambos coordenados pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas; Programa do Homem e da Biosfera da UNESCO; e o estudo de mudança global do Programa Internacional Geosfera-Biosfera.

Nas palavras de CORSON (1993), a tecnologia moderna prudentemente aplicada possui um grande potencial de monitoramento do estado do meio ambiente, redução dos impactos ambientais das atividades humanas sobre os sistemas que mantêm a vida na Terra e de melhorar a qualidade de vida.

À medida que se obtém mais informações e conhecimentos a respeito do funcionamento dos sistemas ecológicos da terra, pode-se fazer melhor uso deles para benefício humano e, ao mesmo tempo, protegê-los de danos.

3.2 Geoprocessamento

O geoprocessamento, de acordo com ROSA e BRITO (1996), pode ser definido como sendo o

”conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com processamento digital de imagens, cartografia digital e sistemas de informações geográficas”.

Embora estas atividades sejam diferentes, estão interrelacionadas formando um conjunto, dando origem às funções de geoprocessamento.

Duas ferramentas estão sendo úteis para o geoprocessamento, o sensoriamento remoto e o sistema de informações geográficas.

O sensoriamento remoto permite a obtenção de dados de forma rápida, confiável e repetitiva e alguns SIGs permitem a análise destas informações e a ligação destas com outros tipos de dados (mapas, dados alfanuméricos, etc.), com aplicação nos mais variados campos, o que as tornam tecnologias complementares.

A aplicação destas tecnologias possibilita a geração de banco de dados georeferenciados, promove ajustes e cruzamentos simultâneos de um grande número e variedade de informações, facilita o acompanhamento e evolução espaço-temporal dos diferentes temas, o que permite sua aplicação nos mais diversos campos relacionados às ciências da natureza, exercendo poderoso auxílio no processo de gestão do território.

A adoção destas tecnologias permite ainda baratear os custos de execução de tarefas, redução significativa de espaço físico utilizado, quando comparado aos métodos tradicionais, pontos chave e fundamental nos modernos conceitos de custo/benefício da economia.

3.2.1 Sensoriamento Remoto

As técnicas convencionais de levantamento de uso da terra caracterizam-se pelo alto custo, pela dificuldade de obter dados em um curto período de tempo, o que constitui uma limitação para sua utilização por parte dos órgãos gestores. No Brasil, por exemplo, os registros de uso e ocupação da terra limitam-se a pequenas áreas, levantadas para propósitos específicos.

Com o lançamento dos satélites para levantamento de recursos naturais, tornou-se possível a obtenção periódica de dados de cobertura e uso da terra e um custo relativamente baixo, respeitando as restrições impostas pela resolução do sistema sensor.

O crescimento do uso das técnicas de sensoriamento remoto ambiental tem-se intensificado nos últimos anos, tornando-se uma das mais significantes tendências da ciência moderna o seu emprego nos mais diversos ramos de estudos ambiental, social e econômico.

Segundo LILLESAND & KIEFER (1994), o sensoriamento remoto é a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, por meio de análise de dados obtidos por um instrumento que não está em contato com o objeto sob investigação. Para exemplificar os autores fazem uma correlação dos olhos e mente humana com o sistema de sensoriamento remoto. Assim, os olhos agem como um sensor que responde à luz refletida nas páginas que estão sendo lidas. Os dados que os olhos absorvem são impulsos correspondentes à quantidade de luz refletida nas áreas escuras e claras da página. Estes dados são analisados e interpretados no "computador mental", capaz de decodificar as áreas escuras como coleção de letras que formam palavras e interpretar o sentido das sentenças. Em muitos casos, o sensoriamento remoto pode ser pensado como um processo de leitura.

Uma definição semelhante é a que diz que

“sensoriamento remoto é a utilização de sensores para a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles. Os sensores seriam os equipamentos capazes de

coletar energia proveniente do objeto e convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações” (NOVO, 1989, p.1).

Este mesmo autor apresenta ainda alguns exemplos de aplicação de sensoriamento remoto, quais sejam:

- nos aspectos culturais da superfície terrestre, mais especificamente da arqueologia (identificação de novos sítios arqueológicos) e da antropologia (estudos etnográficos);
- avaliação dos recursos hídricos (estudo do ciclo hidrológico e suas relações);
- em geografia (monitoramento e uso da terra rural e urbana e processos geomorfológicos);
- em agricultura e florestas (levantamento e caracterização dos solos, identificação e mapeamento de culturas e, também na estimativa de safras agrícolas);
- em geologia (mapeamento e pesquisa mineral).

Os satélites recolhem continuamente informações geográficas sob a forma numérica, permitindo que os países cobertos por teledetecção disponham de informações geográficas atualizadas sobre o seu território. Informação geográfica pode ser definida como informação quantitativa e qualitativa, referenciada geograficamente, relativa a fenômenos de natureza humana, física, etc., com distribuição espacial sobre a superfície terrestre.

Uma das características específicas das informações geográficas, obtida por sensores instalados em plataformas espaciais, é o fato de serem multiespectrais. Isto é, podem ser classificadas em diferentes bandas espectrais da radiância dos corpos, o que permite a identificação de cada elemento da superfície da terra, de acordo com os comprimentos de onda registrados pelos sistemas de sensoriamento remoto.

Tal característica permite que por meio da análise da assinatura espectral registrada na imagem numérica (matriz de números inteiro, com cada “píxel” proporcional à radiância de cada elemento de área) se possa

qualificar e quantificar os objetos e construir, assim, representações temáticas da superfície terrestre.

Os dados e informações obtidos por sensoriamento remoto orbital permitem a complementação e atualização de fontes tradicionais. Por exemplo: a entrada em operação dos satélites meteorológicos permitiu complementar dados meteorológicos, recolhidos no nível do solo, com dados sobre os fenômenos meteorológicos que se desenvolvem na alta atmosfera; o estudo da litosfera, principalmente na extração de informações geológicas, geomorfológicas e hidrológicas - particularmente úteis para estudos cinemáticos tais como o estudo da variação de linhas de costas e de leitos de rios - permite analisar o impacto das interferências do homem no meio ambiente.

O processo para extrair informações das imagens de sensoriamento remoto é comumente chamado de *interpretação de imagens*. Por este processo a imagem pode ser usada para detectar, identificar, medir e avaliar a significância ambiental e cultural dos objetos e suas relações espaço-temporais.

As imagens de sensoriamento remoto podem ser usadas para criação de mapas, bem como para estatística de ocorrência, frequência e padrão de feições da superfície terrestre. Também podem ser usadas para detectar mudanças, se imagens de diferentes datas estiverem disponíveis.

Grandes investimentos, estão sendo feitos em sistemas de observação da Terra, na forma de programas internacionais; dentre eles FONSECA (1993), cita o "Global Environmental Monitoring System", das Nações Unidas, cujo objetivo é a coleta de todas as informações disponíveis sobre o ambiente no globo e a constituição de uma base de dados de recursos naturais. Este mesmo autor também cita: o "International Satellite Land Surface Climatology Project" - patrocinado pelo Comitê Internacional das Uniões Científicas, pela Comissão da Investigação Espacial e pela União Internacional de Geologia e Geofísica - cujo objetivo é recolher informação para validar algoritmos que forneçam parâmetros climatológicos superficiais; o "Biomap Project", patrocinado pela União Internacional de

Ciências Biológicas, cujo objetivo é identificar e localizar geograficamente bioecossistemas; e finalmente o “Global Habitability Program”, patrocinado pelo Governo dos Estados Unidos e pela NASA, cujo objetivo é detectar mudanças, naturais ou provocadas pelo homem, que afetem a habitabilidade da Terra. Todos esses projetos têm um objetivo comum que é o de adquirir conhecimentos científicos sobre a Terra como um sistema global.

Alguns sistemas espaciais de sensoriamento remoto existentes garantem diversos tipos de informações de interesse científico e tecnológico, como por exemplo:

- o satélite francês SPOT (Système Probatoire d’Observation de la Terre), cujos sensores HRV (Haute Resolution Visible) permitem obter imagens pancromáticas e multibanda, com resolução espacial de 10 e 20 metros, indicada para estudos de regiões urbanas e determinados estudos ambientais;
- o Tiros-NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration Sattelite), satélite destinado a captar informações meteorológicas da superfície terrestre; o AVHRR-NOAA, sensor destinado a captar informações , em pequena escala, do meio ambiente, proporciona imagens com resolução de 1,1 km, cinco bandas do espectro;
- os satélites geo-estacionários, formam uma rede que cobre o globo terrestre envolvendo norte-americanos, japoneses e europeus, coordenados pela organização meteorológica mundial, através do programa GARP Global Experiment;
- outros projetos de observação terrestre tais como: MOS-1 (Marine Observation Satellite) com os sensores MESSR (Multispectral Electronic Self-Scanning Radiometer), VTIR (Visible and Thermal Infrared Radiometer) e o MSR (Microwave Scanning Radiometer; o satélite IRS-1A (Indian Remote Sensing Satellite) com o sensor LISS (Linear Imaging Self Scannig) e o satélite ERS (European Remote Sensing Satellite);
- e o satélite LANDSAT, de interesse particular neste trabalho, com os sensores MSS (multiespectral Scanner), e TM (Thematic Mapper).

Os satélites do sistema LANDSAT foram lançados pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) a partir da década de 70, sendo constituídos por uma série de cinco satélites. O primeiro deles, o LANDSAT 1, foi lançado em 1972 e os demais em intervalos médios de três a quatro anos.

Conforme NOVO (1992), os primeiros três satélites da série LANDSAT eram compostos por dois sensores distintos: o sistema RBV (*Return Beam Vidicon*), com imageamento instantâneo de toda a cena e o sistema MSS (*Multispectral Scanner Subsystem*), com imageamento do terreno por varredura de linhas (*line-scanner*). A partir do quarto satélite da série, o sensor RBV foi substituído pelo sensor TM (*Thematic Mapper*), que apresenta como característica um sistema de varredura de linhas e operação em 7 faixas espectrais. Este último utilizado como fonte de dados para o presente trabalho.

Os satélites LANDSAT 4 e 5 apresentam, conforme NOVO (1992), características orbitais de uma altitude de 705 km em relação à superfície da Terra, no Equador, duração do ciclo de cobertura de 16 dias, coleta de dados em uma faixa de 185 km, inclinação de 98,20 graus e uma resolução espacial de 30 metros.

O sensor TM foi elaborado, como o próprio nome sugere, para a cartografia temática propiciando uma maior precisão para a elaboração de cartografia de temas, permitindo ampliar o leque de aplicações operativas. Este permite a detecção de turbidez e contaminantes da água (banda azul), exploração mineral (infravermelho médio), conteúdo da umidade das plantas e solo (infravermelho médio), detecção dos focos de calor (infravermelho médio e térmico), dentre outras aplicações.

A análise do gráfico das assinaturas espectrais, do Landsat-TM, por tipo de cobertura de solo (fig. 3) permite avaliar o comportamento dos diferentes temas relacionados ao uso e ocupação do solo em estudos diversos.

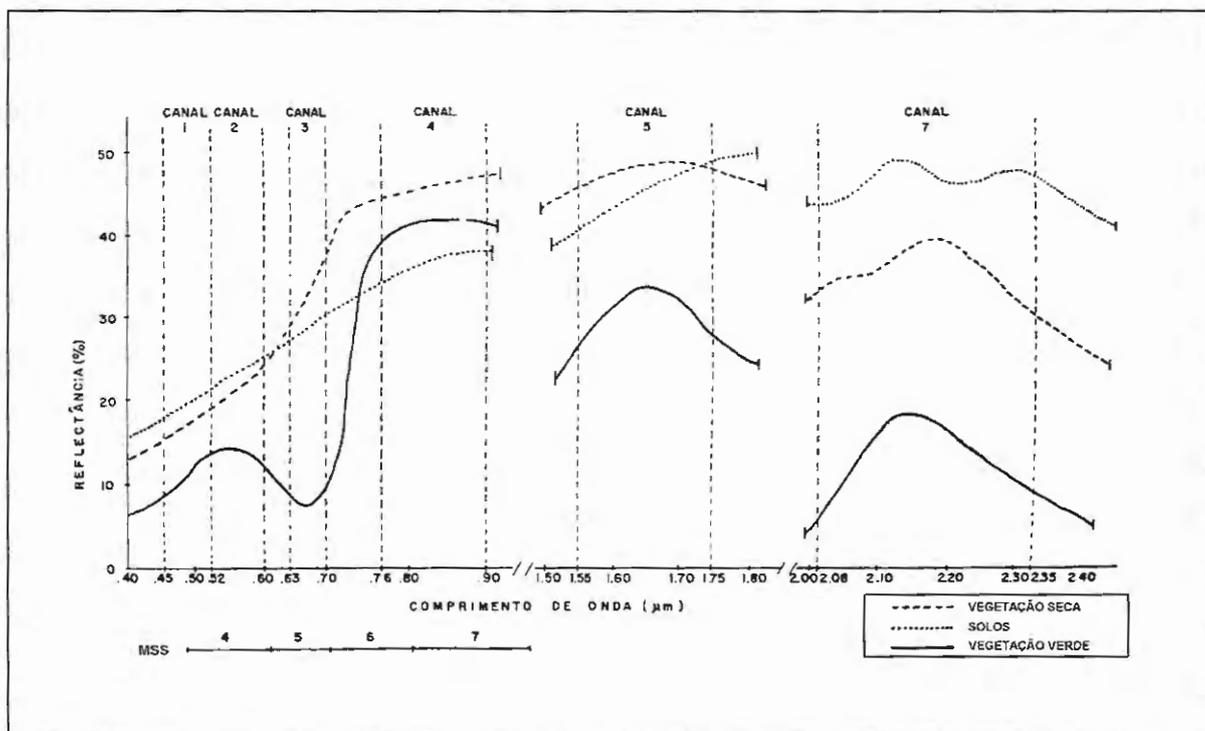


FIGURA 3 - Assinatura espectral da vegetação seca, verde e solos expostos nas diferentes bandas do sensor TM (FORESTI, 1997).

A par dos grandes interesse econômico e social, o sistema de sensoriamento remoto tornou-se um fator importante na melhoria da qualidade de vida do Planeta, uma vez que coloca à disposição do homem uma forma de avaliação dos recursos naturais e vigilância do meio ambiente.

3.2.2 Sistema de informações geográficas

O montante de informações numéricas obtidas por sensores remotos orbitais é eficientemente tratado computacionalmente.

O fato de a informação ser numérica permite processá-la e organizá-la em sistema de informações geográficas, de modo a que qualquer questão sobre os recursos naturais disponíveis ou sobre a ocupação do terreno, num determinado momento, possa ser respondida de modo eficiente e rigoroso, permitindo apoiar a tomada de decisões.

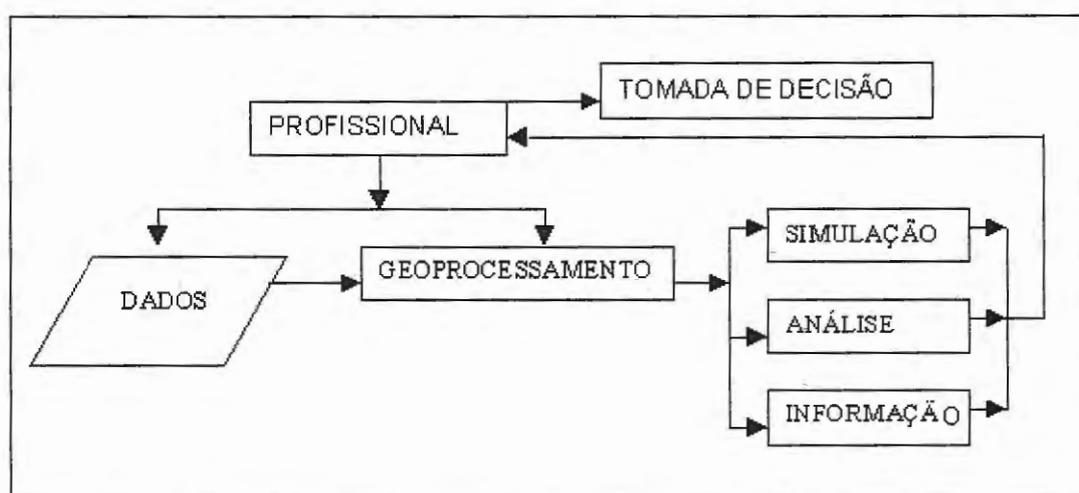
Os SIGs são sistemas computacionais que procuram aliar o progresso tecnológico à necessidade de respostas mais imediatas que exigem o desenvolvimento acelerado da sociedade. Possibilita um diagnóstico imediato das situações visando a subsidiar o planejamento de ações e a elaborar prognóstico com o intuito de permitir uma intervenção racional e ágil neste processo de desenvolvimento. Essas condições geram a necessidade da manipulação e da integração de crescente volume de dados que se modificam e, por isso, devem ser atualizados em velocidade cada vez maior. O SIG vem ao encontro desta realidade devido ao seu potencial de integração, facilidade de manuseio, de velocidade de operação e capacidade de simulações de eventos e situações extremamente complexas do mundo real.

Segundo EASTMAN (1992), um Sistema de Informações Geográficas - SIG pode ser definido como uma coleção organizada de "hardware", "software", dados geográficos e pessoal, projetado para, eficientemente, capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente.

Trata-se de uma tecnologia computacional com diversos níveis de sofisticação destinados a estudos, pesquisas ou aplicações profissionais e científicas tais como: avaliar tendências de crescimento de bairros e cidades, definir áreas sujeitas a enchentes, definir a forma de proceder avanços ou reparos de redes de infra-estrutura urbana (água, esgoto, pavimentação, etc.), definir locais estratégicos para instalação de postos de saúde, escolas,

etc., avaliar a suscetibilidade à erosão, avaliar a extensão de cobertura vegetal natural, entre outras.

O modelo básico de um SIG é apresentado na figura 4, caracterizando a necessidade de existir essencialmente um banco de dados geográfico e alfanumérico, um eficiente sistema de processamento destes dados que possibilite a obtenção de informações, simulações de situações e análises, buscando o subsídio à tomada de decisões realizada por profissionais das áreas.



Fonte: TABACZENSKI (1995).

FIGURA 4 - Modelo básico de sistema de informações geográficas.

As feições geográficas do uso e ocupação da biosfera podem ser representadas por várias camadas de dados relacionados e combinados entre si, com a utilização dos recursos da cartografia automatizada, manipulação de banco de dados e análise geográficas, realizados com utilização de um SIG.

Atualmente, destacam-se, no Brasil, na utilização dos SIG's em "workstation" entre eles as prefeituras municipais de Santo André, São Bernardo do Campo e Porto Alegre (METROPLAN), Ministério do Exército

(CCAuEx), Marinha (DHN) e Aeronáutica (ICA), IBGE, SEPLAN/MS e diversos centros de pesquisa.

O sistema de informações geográficas, atualmente, é indicado para o processamento de imagem digital. Este processamento envolve a manipulação e interpretação de imagens digitais com a ajuda de computador. Segundo CRACKNELL et al. (1991), o processamento de imagens envolve a manipulação de imagens para:

- . extrair informações;
- . enfatizar ou não certos aspectos das informações contidas na imagem;
- . realizar análises estatísticas para extrair informações alfanuméricas.

Portanto, depende do objetivo da aplicação a que se destina o tipo e forma de processamento da imagem.

HUXHOLD & LEVINSHON (1995) sintetizam benefícios obtidos por organizações devido à adoção de SIG nas atividades-base. Tais benefícios são:

a) melhoria na eficiência operacional, incluindo:

- fazer mais com os mesmos ou menos recursos e/ou fontes;
- facilidade de delegação de autoridade pela disponibilidade de informações para todos em vários níveis da corporação;
- manutenção ou redução de gastos para manejo de dados e tarefas administrativas relacionadas;

b) incremento da eficiência e eficácia, incluindo:

- melhoria do fluxo de informações para a gestão e entre os departamentos;
- utilização mais racional de pessoal;
- melhora na tomada de decisões, devido à possibilidade de se testarem alternativas antes da execução de ações.

Alguns desses benefícios, advindos da implementação de um sistema computacional, só serão efetivos se acompanhados de especialistas em cada área e de treinamento de pessoal para produzir resultados esperados.

Existe ainda no mercado uma série de SIGs adaptáveis a cada especificidade, alguns dos quais são relacionados na tabela 1.

Após uma análise dos diferentes SIG optou-se pelo Idrisi por tratar-se de um projeto com finalidade educacional. A par do baixo custo deste "software" vem a sua grande vantagem em permitir ao usuário o real entendimento do mecanismo de operação de um SIG e fomentar o desenvolvimento e a compreensão da análise geográfica assistida por computador.

O Idrisi foi desenvolvido pela Clark University, Massashussets, baseado na forma "raster" de representação de dados e é constituído de uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial.

O IDRISI é basicamente um sistema *raster* que cobre um amplo espectro de um SIG e de geoprocessamento, desde pesquisa em banco de dados, modelos espaciais, realce e classificação de imagens. O sistema possui funções específicas para o monitoramento ambiental e manejo de recursos naturais, inclui análise de mudanças e séries temporais, apoio à tomada de decisão e modelos de simulação.

O IDRISI *for Windows* consiste de um programa de interface principal e uma coleção de mais de 100 módulos de programas, que fornecem facilidades para entrada, visualização e análise de dados geográficos. Estes dados são descritos na forma de mapas *layers* - mapas elementares que descrevem um tema. Apesar de ser conhecido como um sistema *raster*, o IDRISI apresenta capacidade de trabalho tanto em formato *vector* como *raster*.

Além disso, possui interfaces com banco de dados externos, AUTOCAD, imagens oriundas de "scanner", imagens de satélite, permite migração direta de dados tanto para o ERDAS como para o ARC-INFO.

O IDRISI possui uma estrutura modular que permite o desenvolvimento de novos módulos exigindo para isto um conhecimento mínimo da estrutura interna de funcionamento do SIG, bem como oferece um número razoável de possibilidades em relação à operação de dados, permitindo, por exemplo, as seguintes operações:

- . medidas de distâncias em linha reta, menor distância entre dois pontos, rotas mais curtas;
- . medidas de área;
- . conversão: vector-raster, raster-vector;
- . zonas de influências em torno de pontos e polígonos;
- . tratamento de imagens orbitais;
- . transformação de coordenadas;
- . traçado de redes;
- . tratamento de dados altimétricos: declividade, interpolações, curva de nível, perfil de terreno, corte/aterros, modelos digitais de elevação;
- . operações com polígonos: superposição, pontos em polígonos, linhas em polígonos, combinação e desagregação, remoção após superposição e polígonos de Thiessen.

O SIG é uma ferramenta para resolver problemas. Soluções para problemas requerem pessoal especializado para analisar a situação, coletar informações adequadas, procurar soluções alternativas e tomar decisões pertinentes ao caso.

As funções de gestão e capacidade institucional estão sendo incrementadas com a implementação de sistemas de informações geográficas.

3.2.3 Integração do Sensoriamento Remoto com o Sistema de informações Geográficas

O desenvolvimento desta duas tecnologias se mesclam em termos históricos, mas, seus objetivos iniciais foram diversos; enquanto o Sensoriamento Remoto serviu inicialmente a objetivos militares, o SIG iniciou se influenciado por motivos econômicos.

Para ESTES e STAR (1997), ambas começaram a ficar importantes no final dos anos 60 e início de 1970, inclusive o nome das duas tecnologias datam do mesmo tempo. Evelyn Pruitt do United States Office of Naval Research cunhou o termo 'Remote Sensing', em 1958, quando a mesma desenvolvia pesquisa no novo sistema de sensores para produzir imagens com energia fora da porção visível do espectro eletromagnético. Ao Dr. Tomlinson é creditado o termo 'Geographic Information System', em 1962, quando ele trabalhava para uma firma canadense de engenharia fotogramétrica, a Spartan Aerial Services. Segundo os autores, estava ele envolvido em desenvolver uma *proposta metodológica com base espacial* para selecionar terras para plantação de florestas no leste da Africa, método este cognominado pelo cientista como anteriormente referido.

Afirmam ainda os autores que o setor civil do sensoriamento remoto e do SIG tiveram uma conexão na agricultura.

Isto ocorreu mais especificamente no momento em que o setor governamental do Canadá voltou sua atenção ao SIG, quando o Agricultural Rehabilitation and Development Agency estava conduzindo a revisão das terras agricultáveis canadenses. O SIG canadense, primeiro que se ouve falar na história, foi desenvolvido para facilitar a análise dos dados do 'Canadian Land Inventory' e identificar terras impróprias para agricultura.

E, neste mesmo período, nos Estados Unidos, pesquisadores da Purdue University, da University of California - Berkeley e Universidade de Michigan - Ann Arbor, conduziam pesquisas enfocando o emprego de dados de sensoriamento remoto em agricultura. Nesta época, começaram a ser exploradas aplicações de scanners óptico-mecânicos em aeronaves. Os

scanners produziam dados multiespectral. Então, a Purdue University desenvolveu métodos com utilização de computador para processar estes dados. O trabalho desta e outras instituições levou à fundação do Earth Resources Technology Satellite – ERTS, o qual pôs em órbita, em 1972, o satélite hoje denominado Landsat.

Apesar de que alguns exemplos de desenvolvimento paralelo destas duas tecnologias, elencados pelos autores, podem ser citados, foi dada preferência a salientar o observado pelos mesmos, ou seja, a coincidência do surgimento do primeiro SIG comercial com início da produção significativa de dados de sensoriamento remoto.

ESTES e STAR (1997) realçam que por volta de 1976 os pesquisadores propuseram a integração do sensoriamento remoto com dados digitais de elevação para facilitar a obtenção de informações da cobertura florestal. E que o trabalho iniciado pelos pesquisadores, Alan Strahler (na época da University of California) e Roger Hoffer (na época na Purdue University), na NASA marcam os primeiros esforços, nos Estados Unidos, para integrar o sensoriamento remoto no contexto do SIG-raster.

Também no início dos anos 70, pesquisadores no Jet Propulsion Laboratory em Pasadena na Califórnia; NASA's Earth Resources Laboratory na Slidell, Louisiana; Goddard Space Flight Center em Greenbelt, Maryland; e Ames Research Center em Moffett, Califórnia, começaram os primeiros trabalhos no mesmo sentido.

Como dizem os autores, 'o gênio estava fora da lâmpada', mas as pesquisas eram, e continuam sendo, escassas e limitadas por diversos fatores e circunstâncias.

ESTES e STAR (1997), embasados em suas experiências no National Center for Geographic Information and Analysis Initiative 12 – The integration of Remote Sensing and GIS, das quais gerou material para o 25^o International Symposium on Remote Sensing of Environment realizado em Graz, na Áustria, e o relatório final do NCGIA Initiative-12 sugerem o desenvolvimento das seguintes pesquisas: padrões, visualização raste/vector, acurácia/erros, educação/treinamento, escala, conjunto de

dados teste, taxonomia da integração SR/SIG, amostragem múltiplas, catálogo de dados espaciais e estatística espacial.

Mas, de qualquer forma, as diversas aplicações desta 'associação' tem-se mostrado útil às finalidades a que se destinam. E, segundo estes autores, o sensoriamento remoto e o SIG, oferecem o único meio prático para adquirir e analisar dados requeridos para o desenvolvimento de um caminho através do desenvolvimento econômico sustentável.

Hoje se tem esta associação de tecnologias aplicado aos mais diversos campos, alguns dos quais exemplificados a seguir:

- DUPAS (1997), utilizando imagens dos satélites Landsat-TM e SPOT HRV e o IDRISI for Windows, realizou o estudo sobre a dinâmica ambiental de projeto de mineração, exemplificando com o caso da Mina Pitinga. Concluiu, o autor, principalmente que os impactos atingiram 20.000 ha em 13 anos de operação; o maior gerador de impactos é o Estado por não fazer cumprir a legislação vigente; e o método adotado mostrou-se apropriado para estudar a dinâmica dos impactos.

- BARGUIL (1998) utilizou o geoprocessamento, através do IDRISI e imagens Landsat-TM, para monitorar o cerrado na porção noroeste da APA Corumbataí (SP). Concluiu que as principais áreas de cerrado regeneradas ocorreram dentro da Estação Ecológica de Itirapina; e, que é importante associar trabalhos de campo às técnicas adotadas.

- BRONDIZIO *et al.* (1993), com o objetivo de caracterizar as formações vegetais presentes na região do Baixo Amazonas e de reconstituir etnograficamente a história do uso da terra, para mapeamento da vegetação e uso do solo na Amazônia, utilizaram duas imagens LANDSAT - TM, programa Erdas 7.5 e Multispec (versão Jun. 92) e o SIG ARC/INFO 3.4. Para os autores, o sensor TM apresentou grande aplicabilidade para o mapeamento detalhado de uso da terra. Afirmam, ainda, que o

sensoriamento remoto pode dar suporte à implantação de políticas regionais em bases sociais e ambientais mais adequadas;

- ORTIZ *et al* (1996) elaboraram o mapeamento e implantaram um sistema de monitoramento dos remanescentes da vegetação nativa e do uso do solo do Estado de Minas Gerais, utilizando dados do satélite LANDSAT5 - TM e o sistema SITIM/SGI do INPE. Observaram que a associação das tecnologias utilizadas trata-se de ferramentas potentes para subsidiar ações de controle e fiscalização da cobertura natural, além de fornecer subsídios para realizar um planejamento agrícola, florestal, ambiental, entre outros. Além de ser útil, também, para a criação de um banco de dados digital com informações temáticas e cartográficas atualizadas.

- Através do geoprocessamento, utilizando-se imagens do satélite LANDSAT 5-TM e o *software* SGI/INPE, FREITAS FILHO & MEDEIROS (1993), realizaram análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe/CE. Para estes autores, a integração entre estas duas técnicas apresentam comprovado nível de eficiência em atividades voltadas para os recursos naturais.

- O estudo para o mapeamento e monitoramento do uso da terra em duas comunidades do Rio Capim em Paragominas/PA, foi realizado por SANTOS & BROWN (1993), utilizando imagens de satélite LANDSAT-TM e o IDRISI. Conclusões importantes do trabalho: (1) taxa de desmatamento de aproximadamente 200 ha/ano; (2) se a taxa de desmatamento permanecer constante, em 35 anos a região estará toda desmatada; e (3) os resultados obtidos pela classificação visual e espectral automatizada foram semelhantes.

- BARROSO *et al.* (1993) analisaram as mudanças detectadas nos padrões de uso da terra e cobertura de floresta úmida na região de Paragominas (PA), focalizando a influência da colonização na Amazônia. Para este

trabalho utilizaram-se as imagens LANDSAT e os sensores MSS e TM e o sistema de informação geográfica IDRISI, além do software ERDAS 7.4 para o processamento de imagens. Os autores constataram que o estabelecimento da colonização contribuiu para a destruição da floresta tropical numa escala significativa.

- AZEVEDO *et al.* (1993) utilizaram imagens do sistema LANDSAT-TM e o sistema de Informação SGI/INPE, para monitorar a ação antrópica nos ambientes fitoecológicos da Floresta Nacional do Tapajós.

- FARIA *et al.* (1993), com o objetivo de monitorar a cobertura florestal de 1980, 1985 e 1989; na área de influência da ferrovia Carajás - São Luis, utilizaram imagens orbitais fornecidas pelo satélite LANDSAT sensores MSS e TM o software SGI/INPE. Os autores concluíram que as taxas anuais de alteração da cobertura florestal nos períodos mostraram valores elevados, concentrando-se próximas às zonas de pressão antrópica, por exemplo, o Polo Mineral de Carajás, a Hidroelétrica de Tucuruí e a cidade de Imperatriz.

- Para o mapeamento dos remanescentes florestais de Mata Atlântica em suas principais áreas de ocorrência no Estado de Minas Gerais, SOARES FILHO *et al.* (1993), utilizaram imagens LANDSAT5-TM, software Microstation - PC da INTERGRAPH. Constataram uma forte intervenção antrópica sobre a cobertura vegetal natural e o alto grau de fragmentação das formações florestais de Mata Atlântica.

- SUSILAWATI & WEIR (1994) desenvolveram uma pesquisa para comparar as áreas de florestas alocadas através de um programa de planejamento florestal existente na Indonésia com o atual uso do solo, bem como monitorar as mudanças ocorridas nas áreas de florestas e planejar estradas para o escoamento da produção de madeira. Para este estudo, foram utilizadas imagens LANDSAT - MSS e o software ILWIS (versão 1.1). Constataram uma diminuição significativa da cobertura vegetal. Os autores

afirmam também que as técnicas de utilização de SIG/Sensoriamento remoto são instrumentos valiosos para o monitoramento das florestas.

- WEBER *et al.* (1993) utilizaram o Sistema Georeferenciado para Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas (SGMIBH), desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/RG000 e imagens do satélite LANDSAT 5-TM, no levantamento e determinação de áreas propícias ao florestamento e reflorestamento na Microbacia Hidrográfica do Arroio Morcego no município de Espumoso-RS.

- SHIMABUKURO *et al.* (1993) desenvolveram um estudo na área do Córrego do Gouveia, um dos tributários do Jacaré-Pepira, visando ao aprimoramento de métodos de caracterização e monitoramento da estrutura e funcionamento dos agroecossistemas na escala de microbacias. Foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT5 – TM e o sistema integrado de análise de dados espaciais e multiespectrais (GRASS - *Geographic Resources Analysis Support System*).

- RODRIGUES & SAITO (1999) apresentaram proposta metodológica apoiada em técnicas de Geoprocessamento para avaliação do impacto ambiental da formação da barragem do Lajeado, sobre as áreas de preservação permanente. Concluíram que o geoprocessamento vem se mostrando eficiente ferramenta para o planejamento e tomada de decisões.

Desde a década de 70 foi detectado por BARRETT & CURTIS (1972) que o nível alto de preocupação com este campo parece ter estimulado para a convergência de três fatores independentes durante os últimos anos, quais sejam:

- . incremento da preocupação pelo meio ambiente onde o homem vive e se relaciona;
- . desenvolvimento tecnológico;
- . a expansão de uso de métodos numéricos nas ciências ambientais.

Desde há muito tempo estudiosos como GOODENOUGH (1986), TROTTER (1991), SCHULTINK (1992), SMITH *et al.* (1992), ESTES e STAR

(1997) e outros, concluíram pela vantagem da integração do sensoriamento remoto com o sistema de informações geográficas, principalmente no que concerne ao processamento e à análise do grande volume de dados digitais, para o efetivo manejo dos recursos naturais.

Tal integração, entre SIG e sensoriamento remoto, é essencial para um efetivo manejo de recursos naturais, porque possibilita o monitoramento ambiental de forma sistematizada, com a retroalimentação do processo de planejamento de ações e/ou medidas para a manutenção da qualidade ambiental, bem como informações e dados atualizados.

3.3 ÁREAS PROTEGIDAS

Por áreas protegidas entende-se o definido pela International Union for the Conservation of Nature-IUNC (1994):

“ Uma área de terra e/ou mar especialmente destinada à proteção e manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e culturais associados, com gestão através de meios legais ou outro meio efetivo.”

Apesar de todas as áreas protegidas terem seu propósito geral contido nesta definição, na prática, o propósito específico e o manejo diferem grandemente.

A IUNC, uma aliança de mais de 800 membros disseminados em 125 países, fundada em 1948, para encorajar e assistir sociedades para conservação da integridade e diversidade da natureza e que atualmente procura assegurar que os recursos naturais sejam equitativos e ecologicamente sustentáveis, definiu, no 'Guidelines for Protected Area Management Categories (IUNC, 1994), seis tipos de áreas protegidas, baseada nas categorias de manejo:

- 1.a- 'Strict Nature Reserve': manejo para fins científicos;
- 1.b- 'Wilderness Area': manejo de áreas selvagens;
- 2- 'National Park': manejo para proteção de ecossistemas e recreação;
- 3- 'Natural Monument': manejo e conservação de feições naturais específicas;
- 4- 'Habitat/Species Management Area': manejo para conservação com intervenção;
- 5- 'Protected Landscape/Seascape': manejo para conservação e recreação;
- 6- 'Managed Resource Protected Area': manejo para o uso sustentado dos ecossistemas naturais.

No Brasil, PIRES (1999), quando da constituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (desenvolvido pelo FUNATURA e IBAMA e aprovado pelo CONAMA) – Projeto de Lei nº 2892 de 1992 (em

apreciação na Comissão de Assuntos Sociais, a partir de junho de 1999) - , estas categorias foram englobadas e classificadas em duas classes:

- 1- Unidades com proteção integral: - reserva biológica, estação ecológica, parque nacional, monumento natural e refúgios de vida silvestre - cujos recursos podem somente ser 'indiretamente' usados, e o ecossistema deve permanecer no seu estado natural com somente o mínimo de distúrbio.;
- 2- Unidades de uso sustentável: - reservas de fauna, áreas de proteção ambiental-APA, floresta nacional, reserva extrativistas e Áreas Particulares de Patrimônio Natural – tem o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Áreas protegidas não são unidades isoladas. Ecológica, econômica, cultural e politicamente elas são vinculadas às áreas em seu redor. Por esta razão, o planejamento e a gestão destas áreas têm que ser incorporadas ao planejamento regional e respaldadas por políticas adotadas para vastas áreas. No entanto, para algumas formas de análise, as duas categorias, áreas ao redor ou 'buffer' e as áreas protegidas, têm que ser identificadas e registradas separadamente.

3.3.1 História, política e legislação

Os primeiros esforços em termos de proteção ambiental de que se tem notícia data de 1122 a.C; segundo CEBALLOS-LASCURÁIN (1996), trata-se de um edito (ato ou lei) promulgado na China para promover a conservação de floresta. E, ainda segundo o mesmo autor e segundo MACKINNON (1986), em 252 a.C, Osaka, Imperador da Índia, criou uma lei para a proteção de animais, peixes e florestas. Estes primeiros documentos estabeleceram o que hoje são chamadas áreas protegidas, mas a prática de isolar áreas sagradas como santuários religiosos ou exclusivamente para reserva de caça é mais antiga e a tradição tem sido continuada em diferentes culturas até os dias de hoje.

A primeira reserva natural no Mundo Ocidental foi, de acordo com CEBALLOS-LASCURÁIN (1996), criada próximo à Veneza, no século VIII, por uma comunidade da cidade, como um santuário para gamo e javali. E, em 1084, o rei Willian I da Inglaterra ordenou a preparação do 'Domesday Book' - um inventário de todas as terras com florestas, pesca, área de agriculturas, reserva de caça e fontes produtivas de seu reino – como um primeiro passo para delinear um plano racional de manejo e desenvolvimento dos recursos naturais da Inglaterra.

Ainda no séc. XVIII, Maurício de Nassau toma medidas de cunho ambientalista para evitar que as florestas do Nordeste "*fossem cortadas, para não virem a faltar em alguns dias às necessidades públicas*".

No Brasil, princípios para conservação da natureza foram estabelecidos em virtude da Carta Régia em 1797. Neste diploma afirmou-se, segundo a empresa Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda - CEMA (1999), "*ser necessário tomar precauções para a conservação das matas no Estado do Brasil, e evitar que elas se arruinem e destruam*". A mesma definiu ainda medidas para proteção de floresta e severas penalidades para queimadas ou destruição de floresta. Evidente que este princípio deve ser considerado face à política de rapina da natureza instaurada pelo Império Português da época.

Mais tarde José Bonifácio, o Pai da Independência, publicou um artigo denominado "Visão da Mãe Pátria, no qual sugere, segundo a World Commission for Mundial Conservation - WCMC (1998), a criação de uma pasta, no governo, responsável por proteger as florestas que vinham sendo progressivamente destruídas por sérias modificações ambientais e climáticas.

A CEMA (1999), realizou uma compilação histórica das medidas legais relativas à proteção ambiental que é transcrita a seguir:

"Diversas ações do governo imperial foram executadas no séc. XIX visando a resguardar as áreas de nascentes responsáveis pelo abastecimento da capital (Rio de Janeiro) bem como o abastecimento de madeira para a construção naval portuguesa.

Em 1872, com a criação do Parque Nacional de Yellow Stone pelo governo dos Estados Unidos da América, tem início uma política mundial de criação de parques nacionais, chegando até a influenciar André Rebouças. Em 1876 este se manifesta pela criação de unidades de conservação semelhantes, na Ilha do Bananal e em Sete Quedas. Posteriormente, em 1911 o mesmo elabora o decreto nº 8.843 de 26.07.1911, que visava a criar no território do Acre, uma Reserva Florestal de aproximadamente 2,8 milhões de hectares, mas que não foi aprovado.

Em 1895, o Brasil participa do primeiro ato internacional sobre conservação da natureza através da assinatura do Convênio de Egrestes, que evitou o extermínio de milhares de garças. Neste mesmo sentido, foi assinado outro convênio em 1901, visando à proteção das aves úteis à agricultura.

Através do Decreto nº 4.421 de 1921, que criou o Serviço Florestal no Ministério da Agricultura, foram definidos os primeiros marcos referenciais do que viriam a ser as florestas protetoras, hortos florestais, florestas modelos, parques nacionais e reservas florestais.

Em 1934 simultaneamente à primeira conferência Brasileira para a Proteção da Natureza, tem-se o surgimento de diversos instrumentos legais estabelecendo normas para a apropriação dos recursos naturais, como o primeiro Código Florestal (Decreto nº 23.793/1934), o Código de Caça e Pesca, o Código de Águas e o Código de Minas.

O artigo 10, III da Constituição Brasileira promulgada neste mesmo ano afirma que: "*compete à União e aos Estados proteger as belezas naturais e os monumentos de valor histórico e artístico*".

Logo após, a Constituição de 1937 endossou a anterior, prevendo em seu artigo 134 que: "os monumentos históricos, artísticos e naturais, gozam de proteção e cuidados especiais da Nação, dos Estados e dos Municípios. Os atentados contra eles cometidos são equiparados aos cometidos contra o patrimônio da União". Neste mesmo ano foi criado o primeiro Parque Nacional no Brasil: o Parque Nacional de Itatiaia, no sudoeste do Estado do Rio de Janeiro (decreto nº 1.173 de 14 de Junho

de 1937). E, as heranças históricas e culturais e de paisagens marcantes foram protegidas em virtude do Decreto Lei nº 25 (1937).

Em 1939 foi decretada a criação do Parque Nacional de Iguazu, no estado do Paraná, e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, também no Estado do Rio de Janeiro (decreto 1.822 de 30 de novembro de 1939).

Através do decreto nº 16.677 de 1944, é atribuído à seção de Parques Nacionais do Serviço Florestal (criado em 1921), o dever de orientar, fiscalizar, coordenar e elaborar programas de trabalho para os Parques Nacionais. Este mesmo decreto estabeleceu como objetivos dos Parques Nacionais: "*conservar para fins científicos, educativos, estéticos ou recreativos as áreas sob sua jurisdição, promover estudos da flora, fauna e geologia das respectivas regiões, organizar museus e herbários regionais*".

Em 1948, o Brasil promulga a Convenção para Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos países da América (Decreto Legislativo nº 3 de 13 de fevereiro de 1948), convenção esta realizada no ano de 1940 em Washington, reunindo membros da União Pan-americana. Esta convenção definiu parques nacionais como: "*áreas estabelecidas para a proteção e conservação das belezas cênicas naturais da flora e fauna, de importância nacional, das quais o público pode aproveitá-las, ao serem postas sob supervisão oficial*" (DIÉGUES², 1994).

A proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos foi promovida pela Lei nº 3.924 (1961).

O novo Código Florestal instituído pela Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, define em seu artigo 5º que: "O Poder Público criará:

- a) *Parques Nacionais, Estaduais e Municipais e Reservas Biológicas, com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais, com a utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos;*
- b) *Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais, com fins econômicos, técnicos ou sociais, inclusive reservando áreas ainda não florestadas e destinada a atingir àquele fim.*

²DIÉGUES, A. C. (1994) O Mito Moderno da Natureza Intocada. NUPAUB/USP, São Paulo.

Parágrafo Único - Fica proibida qualquer forma de exploração dos recursos naturais nos Parques Nacionais, Estaduais e Municipais”.

Com o novo Código Florestal as florestas protetoras, criadas pelo primeiro código florestal, passaram a serem consideradas áreas de proteção ambiental. De outro lado, as florestas e demais formas de vegetação passaram a se constituir áreas de preservação permanente.

O IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, vinculado ao Ministério da Agricultura e criado através do Decreto n ° 289 de 28 de fevereiro de 1967, além da atribuição de controlar a política florestal no país, recebe através deste decreto a responsabilidade de administração das unidades de conservação.

As Reservas Biológicas Nacionais, Estaduais e Municipais são institucionalizadas em 1967 pela Lei n ° 5.197, (Código de Caça).

A Lei de Proteção da Fauna, de 1967, dispôs sobre a proteção da fauna e a criação de reservas biológicas e parques de caça (IBAMA, 1991).

Por influência da Iª Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente, realizada em 1972, foi criada pelo do Decreto n° 73.030 de 30 de outubro de 1973, a SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente, subordinada ao Ministério do Interior e com atribuições concorrentes às do IBDF. Em 1977, esta deu início a um programa de criação de Estações Ecológicas, apesar de não existir formalmente esta categoria de unidade de conservação. Tal iniciativa culminou com a criação da Estação Ecológica de Taiamã no município de Cáceres e da Estação Ecológica de Iquê ao sul do município de Aripuanã (Decreto n ° 86.061 de 02 de junho de 1981).

Com a expansão da fronteira agrícola para a região Amazônica, o PIN - Programa de Integração Nacional (1970), aliado ao II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975), propôs a criação de unidades de conservação na região amazônica, tendo sido criados: o Parque Nacional da Amazônia, no Pará e Amazonas (Decreto n° 73.683 de 19 de fevereiro de 1974); o Parque Nacional da Serra da Capivara, no sul do Piauí (Decreto n° 83.548 de 05 de junho de 1979); o Parque Nacional do Pico da Neblina, no Estado do Amazonas (Decreto n° 83.550 de 05 de Junho

de 1.979) ; e o Parque Nacional de Pácaas Novos, em Rondônia (Decreto nº 84.019 de 21 de setembro de 1979).

Disposição para o estabelecimento de áreas especiais/locais de interesse turístico, foi implementada em virtude da Lei 6.513 (1977). Esta lei mais tarde foi regulamentada pelo Decreto nº 86.176 (1981).

O IBDF elaborou, em 1979, o I Plano do Sistema de Unidades de Conservação no Brasil, (complementado por uma segunda etapa em 1982) visando ao estudo detalhado das regiões consideradas prioritárias para a implantação de novas unidades. Além disto, objetivou rever as categorias de manejo até então existentes, já que as duas únicas previstas (parques nacionais e reservas biológicas) eram consideradas insuficientes para cobrir os objetivos propostos. Então, foram criadas novas categorias de unidades de conservação tais como: Monumento Natural, Santuário de Vida Silvestre, Rio Cênico, Estrada Parque, Reserva de Recursos, Reserva de Fauna, Parque Natural e Monumento Cultural. No entanto, nem todas elas foram legitimadas pela legislação posterior.

Naquele ano (1979), foi instituído o Regulamento dos Parques Nacionais do Brasil através do decreto nº 84.017 de 21 de Setembro, tendo sido estabelecidas as normas que definem e caracterizam os Parques Nacionais.

A Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 06 de junho de 1990, dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental - APA ambas categorias administradas pela SEMA (criada em 1974, para implementar a política ambiental no Brasil) (SCHENKEL e KANIAK, 1992). Esta Lei define em seu artigo 28 que: "*No âmbito federal, compete ao Secretário do Meio Ambiente, com base em parecer do IBAMA propor ao Presidente da República a criação de Áreas de Proteção Ambiental*".

A Lei 6.902 (1981) prevê a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental – APA.

Modernas bases para proteção ambiental foram estabelecidas pela Política Nacional de Meio Ambiente através da Lei nº 6.938 (1981). Nesta

foi estabelecida a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, constituído o Conselho Nacional de Meio – CONAMA e instituído o Cadastro Nacional das Instituições que Atuam em Meio Ambiente e os registros oficiais (IBAMA, 1990 a/b)³. Tem o CONAMA o papel de assessorar o Presidente nas políticas de meio ambiente e produzir diretrizes para o manejo ambiental e desenvolvimento sustentável.

Estabelece ainda a Lei 6938/81 em seu Artigo 9, como um dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, no inciso Sexto: “criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelos Poderes Públicos federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas”.

As leis 6.902 e 6.938 foram mais tarde regulamentadas pelo Decreto nº 99.274 (1981), IBAMA (1991).

Pesquisas científicas em unidades de conservação são regulamentadas pela Portaria nº 174/81P (1981).

Áreas de Relevante Interesse Ecológico são estabelecidas em virtude do Decreto nº 88.351 (1983) e, mais tarde, reconhecidas pelo Decreto nº 89.336 (1984).

O Decreto nº 89.336 (1984) regulamenta as reservas ecológicas criadas pelo setor público e estabelecidas pela lei nº 6.938 de 1981.

O Decreto nº 84.017 aprova o Regulamento dos Parque Nacionais Brasileiros e os define mais claramente.

A Constituição de 1988 legisla sobre áreas protegidas no seu capítulo de meio ambiente e dispôs sobre o estabelecimento de reservas antropológicas.

A Resolução CONAMA nº 011 (1988), regulamenta o uso de florestas afetadas pelo fogo; o uso de madeiras queimadas, as quais somente podem ser usadas nas proximidades da área de conservação e

³ IBAMA (1990 a). *Cadastro Nacional das Instituições que atuam na Área de Meio Ambiente*. IBAMA, MINTER. 4ª Edição. Volume 1. 50 p.

IBAMA (1990 b). *Cadastro Nacional das Instituições que atuam na Área de Meio Ambiente (Instituições não Governamentais)*. IBAMA, SEMAM, SINIMA. 4ª Edição. Volume 2. 115 p.

o programa educacional sobre o controle e prevenção de fogo em áreas naturais.

Reservas Particulares de Flora e Fauna podem ser registradas com base na Portaria nº 217/88 (1988).

O Novo Código Florestal, Lei 4771/65 previu a criação de parque, reservas biológicas e florestas, nos níveis federal, estadual e municipal. O Decreto n. 97.635 (1989) regulou o Artigo 27 do Código Florestal de 65 e dispôs sobre a prevenção e luta contra incêndios florestais.

A Lei nº 7735 (1989) cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, cujos objetivos são defender a política ambiental nacional e preservação e controle do uso de recursos naturais renováveis.

Em 1989, pela pressão dos seringueiros, foi promulgada a Lei nº 7.804, que cria reservas extrativistas.

A Resolução CONAMA nº 013 (1990) detalha a proteção de ecossistemas existentes em unidades de conservação.

O Decreto nº 99.556 (1990) dispôs sobre a proteção de cavernas. Reserva Particular do Patrimônio Natural são estabelecidas em virtude do Decreto nº 98.914 (1990).

Tramita no Congresso Nacional desde 1992, o Projeto de Lei nº 2.892, que dispõe sobre o SNM - Sistema Nacional de Meio Ambiente, numa tentativa de unificar o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, instituindo categorias de unidades, com características e objetivos de manejo claramente definidos, e abrangendo o conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais. As categorias propostas no grupo de Unidades de Proteção Integral são: Estação Ecológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. No grupo das Unidades de Uso Sustentável citam-se: Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas Produtoras de Água, Reservas Ecológico-Culturais, Reservas Particulares de Patrimônio Natural e Reservas Ecológicas Integradas. No Sistema Nacional de Unidades de Conservação -

SNUC, foi incluída também, a Reserva da Biosfera, reconhecida pelo Programa Intergovernamental "O Homem e a Biosfera - MAB" estabelecido pela UNESCO, do qual o Brasil é membro.

O órgão superior do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC é o CONAMA, com as atribuições de avaliar e incluir as unidades de conservação compatíveis. Por sua vez, o órgão central é o IBAMA, com as funções de subsidiar o CONAMA, coordenar a implantação do SNUC, e de propor a criação de unidades de conservação federais bem como administrá-las."

Os instrumentos legais apresentados são só uma parte do extenso elenco jurídico sobre o tema tratado, existindo diversas outras leis e decretos, bem como resoluções do CONAMA (federal), do CONSEMA (estadual) e dos CONDEMAS (municipais).

A região de Chapada dos Guimarães, em Mato Grosso, face a suas belezas cênicas e de grande valor ecológico, tem recebido através dos tempos a atenção do poder público federal, estadual e municipal, bem como por parte da sociedade civil, consolidando sua vocação como área de grande importância ecológica. Assim, a partir do início deste século (XX), tem-se mais de 15 instrumentos legais expedidos pelo governo, buscando sua conservação.

A seguir, traça-se uma cronologia das iniciativas para a conservação de Chapada dos Guimarães durante este século XX, de acordo com pesquisa realizada pela CEMA (1999):

"1910 - Decreto n ° 262 de 03 de setembro de 1910 : autoria do vice-presidente em exercício do Estado de Mato Grosso, Coronel Pedro Celestino Corrêa da Costa. Tendo em vista a necessidade de serem adotadas medidas para a conservação dos mananciais dos rios Coxipó e Cuiabá, criou-se uma reserva de utilidade pública das terras devolutas existentes na encosta da serra da Chapada, desde a sua base até 2 quilômetros a partir do planalto, compreendida na zona entre a principal cabeceira do rio Coxipó-Assú (ao norte), até o córrego das Caveiras, na serra de Santa Teresa, bem como as terras devolutas existentes nas cabeceiras do rios Cuiabá, Manso,

Jangada, da Casta e Roncador e seus afluentes até seis quilômetros das respectivas nascentes.

1953 - Lei municipal n ° 205 de 26-de outubro de 1953: autoria do Vereador Aecim Tocantins da Câmara Municipal de Cuiabá. Com base na necessidade pública, reservar as áreas de mata do córrego da Prainha e outras matas que possuem mananciais fornecedores ou que sejam capazes de contribuir para o fornecimento de água. Essa área foi totalmente incorporada ao espaço urbano de Cuiabá, estando atualmente ocupada por casas, sendo que o córrego foi canalizado e coberto por asfalto.

1970 - Proposta de criação de uma Reserva Biológica no município de Chapada dos Guimarães: autoria do prof. Dr. Keith Brown. Abrange a região de matas no vale da Bênção, sub-bacia do Coxipó, em terras de propriedade do Colégio Buriti.

1975 - Decreto-Lei n ° 283/75 de 06 de dezembro de 1975: autoria do prefeito do município de Chapada dos Guimarães, Silvino Moreira da Silva. Dispõe sobre a proibição do uso indiscriminado do fogo no solo municipal.

1976 - Resolução n° 819 de 02 de abril de 1976, do CNTUR - Conselho Nacional de Turismo: autoria do Ministro Severo Fagundes Gomes (MIC/CNT). Cria zona prioritária de interesse turístico de 30.000 (trinta mil) hectares, no Município de Chapada dos Guimarães.

1978 - Decreto-Lei n ° 337/78 de 14 de dezembro de 1978: autoria do Prefeito de Chapada dos Guimarães, Ursulino Pereira de Freitas. Cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente.

1978 - Elaboração do Plano Diretor de chapada dos Guimarães pelo escritório do urbanista Lúcio Costa.

1979 - Decreto-Lei n ° 340 de 06 de abril de 1979: autoria do prefeito do Município de Chapada dos Guimarães, Ursulino Pereira de Freitas. Aprova o Plano Diretor da área urbana e áreas turísticas.

1980 - Decretos do Governador do Estado de Mato Grosso, Frederico Campos, desapropriando áreas já utilizadas como pontos turísticos, tais como: Mutuca (Decreto 662 de 29.10.1980), Salgadeira (Decreto 664 de 29.10.1980), Cachoeirinha (Decreto 663 de 29.10.1980), Rio Claro (Decreto 648 de 17. 10.1980).

1984 - Projeto de Lei n° 4.405, de autoria do Deputado Federal Milton Figueiredo (Mato Grosso). Estabelece a criação do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, no Estado de Mato Grosso, motivado por campanhas ambientalistas, bastante intensas em Cuiabá.

1984 - Portaria 242, de 04 de junho de 1984: autoria do IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Declara Refúgio Particular de Animais Silvestres, uma área equivalente a 98 hectares da propriedade do Sr. Aecim Tocantins, localizada em Chapada dos Guimarães.

1986 - Proposta de criação do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, encaminhada ao IBDF em Brasília, e elaborada por: José Guilherme A. Lima (AME MATO GROSSO - Associação Mato-grossense de Ecologia e IBDF); Mário Friedlander (ARCA - Associação para Recuperação e Conservação do Ambiente, Comissão de Defesa das Cabeceiras do Jamacá e AME MATO GROSSO); Júlio C. Dalponte (UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso e AME MATO GROSSO); e Renato C. Soares (AME MATO GROSSO e IBDF).

1989 - Decreto n ° 97.656 de 12 de abril de 1989: autoria do Presidente José Sarney. Cria no estado de Mato Grosso, o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães. Tal decreto foi uma das medidas adotadas dentro do Programa

Nossa Natureza, lançado pelo governo Sarney em resposta às grandes pressões internacionais contra as queimadas na Amazônia.

1991 - Decreto n° 169 de 05 de junho de 1991: autoria do Prefeito do Município de Chapada dos Guimarães, Osmar Fromer de Melo. Cria a Reserva Ecológica e Ambiental e de Utilidade Pública no Ribeirão Água Fria, Distrito de Água Fria.

O Zoneamento Ecológico - Econômico do Estado de Mato Grosso, através do Decreto 1.353 de 27.03.92, iniciou novas áreas para conservação, atualmente em processo de estudos de viabilidade e definição de categorias, com recursos do PRODEAGRO - Projeto de Desenvolvimento Agroambiental de Mato Grosso.

1994 - Lei n ° 6437 de 11 de maio de 1994: autoria da Deputada Estadual Sérys Siesharenko. Cria no Rio da Casca, Chapada dos Guimarães, uma Estação Ecológica, uma Reserva Permanente e uma APA.

1994 - Proposta de Plano Diretor para Chapada dos Guimarães. Tal proposta resultou de convênio estabelecido entre Prefeitura Municipal e Secretaria Estadual de Planejamento do Estado de Mato Grosso – SEPLAN.

1994 - A Câmara dos Vereadores aprova o Plano Diretor para Chapada dos Guimarães.

1995 - Proposta de criação de Parque Estadual Aroe Jari: autoria do IPECA - Instituto de Pesquisa Currupira-Araras. Visa a proteger o sítio espeleológico AROE JARI, em Chapada dos Guimarães.

1995 - Decreto n ° 537 de 21 de novembro de 1995: autoria do Governador do Estado de Mato Grosso, Dante de Oliveira. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA com o objetivo de proteger aspectos ambientais e culturais

regionais, abrangendo os municípios de Chapada dos Guimarães, Campo Verde, Santo Antônio de Leverger e Cuiabá.”

Nesta gama de legislação está embutido o moderno conceito de *conservação* – prudente manutenção e utilização dos recursos da terra – que não é nada mais que uma combinação dos dois antigos princípios: a necessidade de um plano de gestão baseado em um inventário minucioso; e a necessidade de tomada de medidas para assegurar que os recursos naturais não cheguem à exaustão.

O estabelecimento e manejo de áreas protegidas é um dos mais importantes caminhos para assegurar que os recursos naturais do mundo sejam conservados para suprir as necessidades materiais e culturais da humanidade no presente e no futuro.

Sabe-se que é somente sobre a superfície terrestre que a vida humana pode ser mantida. E, que, as atividades humanas estão progressivamente reduzindo a capacidade de suporte do planeta, à medida que cresce a população e o consumo e aumenta a demanda.

O World Conservation Strategy (WCS) preparado por quatro agências internacionais de conservação – o International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), World Wildlife Fund, Food and Agriculture Organisation of United Nations (FAO) e o United Nation Environment Programme (UNEP) - lançado em 1981, demonstrou segundo MACKINNON (1986) como a conservação dos recursos naturais é essencial para sustentar o desenvolvimento, pela:

- a -manutenção de processos ecológicos e sistemas suportes da vida dos quais dependem a sobrevivência e o desenvolvimento humano;
- b - preservação da diversidade genética da qual dependem os programas de reprodução necessários para a proteção e melhoria de plantas cultivadas, animais domésticos, bem como avanço científico, inovação técnica e a segurança de indústrias que usem recursos naturais;
- c - assegurar que a utilização das espécies e ecossistemas, que suportam as populações rurais e a maioria das indústrias, seja feito de maneira auto-sustentável.

Na prática, a maioria dos países acha que é vantagem ter diferentes categorias de áreas protegidas, cada uma com diferentes objetivos de manejo e permitindo diferentes níveis de manipulação. Pela aplicação de critérios sensíveis para a designação de cada área e pela aplicação de controles rigorosos de uso, as autoridades responsáveis pela proteção regulam as opções de manejo possíveis e delegam responsabilidades. Tendo uma gama de opções de tipos de áreas protegidas pode-se promover a proteção de categorias específicas pela remoção das pressões humanas sobre estas áreas onde uso mais pesado é permitido.

Dado que demandas por utilização imediata e eficiente dos recursos naturais aumenta mundialmente em particular nas regiões com rápido crescimento populacional, surge a necessidade da conscientização de implementar o aumento do número de áreas protegidas. Para sobreviver a estas pressões as áreas protegidas têm que ser justificáveis em termos biológicos e socioeconômicos.

Existem 16 formas, segundo MACKINNON (1986), pelas quais as áreas protegidas podem trazer valiosos benefícios para a comunidade e região:

- 1- Estabilização das funções hidrológicas;
- 2- Proteção do solo;
- 3- Estabilidade do clima;
- 4- Conservação dos recursos renováveis;
- 5- Proteção dos recursos genéticos;
- 6- Preservação dos estoques de reprodução, populações e diversidade biológica;
- 7- Proteção do turismo;
- 8- Promoção de oportunidades recreacionais;
- 9- Criação de oportunidade de empregos;
- 10- Fornecimento de facilidades de pesquisa e monitoramento;

- 11- Facilidade de ação educacional;
- 12- Manutenção da qualidade de vida;
- 13- Vantagem de tratamento especial;
- 14- Preservação dos valores culturais e de tradição;
- 15- Balanço natural do meio ambiente;
- 16- Desenvolvimento dos valores de herança patrimonial.

Alem disso, de forma global, áreas protegidas podem dar significantes contribuições para o adequado uso e ocupação do solo em termos regionais. Devido a sua proximidade com áreas ambientalmente críticas e lugares com status de "mostruário", áreas protegidas bem manejadas podem servir como foco de desenvolvimento regional, ajudando a manutenção de um balanço natural do ecossistema extendido a uma área mais ampla.

Apesar de que áreas protegidas são algumas vezes vistas como ilhas isoladas do seu entorno, elas são sujeitas a muitas influências externas, e em contrapartida afetam as áreas vizinhas. Estes relacionamentos podem ser primeiramente ecológico e físico, mas também incluem considerações cultural, social e econômicas. Áreas protegidas não são estabelecidas para serem removidas do desenvolvimento global, mas para constituirem uma forma de uso da terra que tem de ser complementar para subsistir.

3.4 PLANEJAMENTO DO AMBIENTE FÍSICO

JAMESON (1963) diz que se pode chamar de planejamento a toda e qualquer atividade que conduz ao estudo prévio e sistemático de um problema de produção, com vistas a resolvê-los. Estudo pelo qual se determina os objetivos a alcançar, estabelece-se uma hierarquia entre eles, analisam-se as circunstâncias e fatores dos quais depende a consecução e, finalmente, projetam-se as diversas fases de ação mais eficaz e menos custosa para atingi-los. Trata-se, portanto, de uma atividade prévia.

O objetivo do planejamento é perscrutar o futuro e escolher o caminho para atingi-lo mais rapidamente e com o mínimo de desperdício de meios e energia.

No Brasil, MORAES (1994), afirma que "um adequado planejamento ambiental mexe com muitos interesses, sendo estruturalmente um potencializador de conflitos. Nesse caso, a territorialidade latente da formação brasileira não raro se antagoniza com iniciativas tendentes a restringir a ocupação e uso dos espaços".

Na concepção de SACHS (1993) todo o planejamento de desenvolvimento precisa levar em conta, simultaneamente, as cinco seguintes dimensões de sustentabilidade:

- 1) *sustentabilidade social*, cuja meta é construir uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres;
- 2) *sustentabilidade econômica*, que deve ser tornada possível por meio da alocação e do gerenciamento mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. A eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais, e não apenas através do critério da rentabilidade empresarial de caráter microeconômico;
- 3) *sustentabilidade ecológica*, uso dos recursos dos diversos ecossistemas com o mínimo de danos;

4) *sustentabilidade espacial*, que deve ser dirigida para a obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas;

5) *sustentabilidade cultural*, incluindo a procura de raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, processos que busquem mudanças dentro da continuidade cultural e que traduzam o conceito normativo de ecodesenvolvimento em um conjunto de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

Atualmente é crescente a opinião de que o planejamento é uma característica da forma de manejo das atividades econômicas e sociais. Segundo WESTMAN (1985) esta forma de gerenciamento se apóia no uso de uma série de técnicas, instrumentos e metodologias, para levar adiante tais atividades. Considera ainda que estas técnicas e metodologias, que permitem prever situações futuras e ordenar espacial e temporalmente uma série de atividades, são os instrumentos do planejamento.

Para solucionar e/ou minimizar esse impactos ambientais AGUIAR (1997) enfoca esses problemas sob duas óticas:

a) *corretiva*, ou seja, enfrentamento do problema já existente, cuja causa esteja localizada. A solução passará, quase sempre, mediante medidas tecnológicas de diferentes tipos, levando-se em consideração a reversibilidade ou irreversibilidade do impacto;

b) *preventiva*, isto é, prevenção e contemplação do problema antes de produzido. Esse enfoque conduz diretamente ao planejamento, e dentro desse ao planejamento ambiental. Portanto, especificamente ao planejamento do meio físico, que contempla os problemas espaciais. Este planejamento mais específico vem compor o planejamento integrado que inclui a problemática em seu conjunto e em todos os seus aspectos sociais, econômicos e políticos.

O planejamento ambiental consiste no acréscimo da variável ambiental às considerações econômicas e técnicas presentes nos planos governamentais para o desenvolvimento regional. O planejamento ambiental

surge como prática relativamente recente nos países desenvolvidos e mais ainda no Brasil.

Entendido desta forma, o planejamento ambiental deve atender à localização da atividade (uso e ocupação do solo) no território, de maneira que melhorem as condições de vida de toda a população.

O planejamento do meio físico tem por função definir os diversos componentes de um programa concreto de desenvolvimento, distribuindo e fixando em uma extensão, ou território dado, zonas para fins industriais, agrícolas, residenciais e sociais. Estabelecendo um sistema racional de transportes e comunicações, fornecimento e distribuição de energia elétrica e outros serviços públicos. Com isto, o planejamento do meio físico oferece a oportunidade de conciliar os interesses divergentes da produção material, em seu sentido mais restrito, com as necessidades do bem-estar humano, assim como a de estabelecer um equilíbrio nas relações entre a cidade e o meio rural em uma zona de desenvolvimento.

Modelos clássicos de planejamento do meio físico surgiram a partir de experiências práticas em que as características da região e, por consequência, dos recursos naturais, se incorporam ao planejamento como elemento chave da tomada de decisões.

AGUIAR (1997) descreve alguns métodos de planejamento do meio físico, tais como: Método de Lewis, Método automático de Steinitz, Método de Mc Harg, Método de Hills, Método de Lynch e Método de Johns, nos quais se observa que estão embutidos, no fluxo das atividades propostas, os conceitos de caracterização e análise ambientais e a necessidade de atualizações de dados e informações para a retroalimentação do planejamento.

Se perceber nos métodos apresentados, pelo autor, que ao planejamento do meio físico cabe compreender a ordenação do território como um processo mediante o qual se estabelecem, em sentido amplo as necessidades da população (atual e futura) e as formas de supri-las.

Assim definido, o planejamento do meio físico forma parte de um processo multifacetário e seu curso depende, como se vê, de uma variedade

de fatores do desenvolvimento. Em primeiro lugar, os recursos econômicos e tecnológicos variam de um lugar para outro, assim como também as aptidões e a mão-de-obra disponível. Em segundo lugar, os planos em execução devem fundar-se em atividades econômicas e sociais já estabelecidas anteriormente e que não de perdurar muito depois de os planos se terem realizado. Finalmente, as circunstâncias políticas projetam sobre todo o ciclo de planejamento e do desenvolvimento, um limite geral e freqüentemente variável, dentro do que se concebe, aceita e põe em prática a ação e, de maneira geral, não costuma ser o planejador do meio físico que adota as decisões fundamentais para o planejamento. Na maioria dos países do mundo, o planejamento do meio físico continua sendo considerado como algo diferente da preparação dos programas de desenvolvimento econômico e social.

Os planejadores utilizam uma grande variedade de dados e de técnicas de análise para dar suporte à política de tomada de decisões relacionadas a uma paisagem em constante mudança. O processo, o qual é genericamente denominado *planejamento*, é aplicado a uma ampla variedade de atividades que vão de uma atividade pontual até do desenvolvimento de um amplo plano de desenvolvimento de longo prazo. No entanto, o ponto comum para ambos é a necessidade de entender a geografia local e ter um firme domínio da paisagem a ser trabalhada, seja ela floresta ou concreto armado.

O avanço da eletrônica trouxe importantes avanços nas ferramentas para planejadores. O computador digital tem sido um instrumento importante para compilação, análise e produção de uma variedade de produtos resultantes do planejamento.

O processo de integração de dados providos de uma base de mapas foi articulado pela primeira vez, segundo FORESMAN e MILLETTE (1996), por MCHARG (1969)⁴, em seu livro *Design with Nature*, no qual mapas,

⁴ MC HARG, I. L., (1969). *Desing with nature*. Natural History Press, New York- USA.. Apud AGUIAR, L. R., (1997). *Zoneamento Geotécnico Geral do Distrito Federal: procedimentos metodológicos e sua inserção na gestão ambiental*. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

declividades, áreas de drenagem, leito de pedra, fundação do solo, suscetibilidade à erosão e valores sociais (valores da terra, histórico, recreacional, residencial, vida silvestre, etc.) foram combinados para criar as obstruções fisiográficas para a seleção do percurso da Richmond Parkway em Nova York. Segundo o autor, este 'método ecológico' foi um importante momento para o planejamento.

O banco de dados espacial usado pelos planejadores requer constantes atualizações para registrar as mudanças numa variedade de temas. E, para o manejo efetivo da base de dados do planejamento, são necessárias informações atualizadas e a utilização e conhecimento de sistema de manejo informações tal como os SIGs. Os passos e interligações principais necessárias à integração das operações de planejamento com tecnologias, que permitem a atualização e organização de dados bem como de análises geo-ambientais que subsidiem todas de decisões, são sugeridas por FORESMAN e MILLETE (1996) na figura 5.

O conceito de planejamento ambiental, assumido neste trabalho, confunde-se com o planejamento conservacionista que diz respeito à adoção e implementação de diretrizes para o manejo do meio físico, estabelecendo normas para exploração racional dos recursos naturais e considerando o requisito de renovabilidade no qual se baseia o desenvolvimento sustentável.

Uma etapa muito importante na consecução do planejamento do meio físico é a execução de um inventário do meio ambiente com o objetivo de reconhecê-lo, descrevê-lo, analisá-lo e monitorá-lo, de cujo resultado dependem as etapas seguintes.

SOUZA (1999) entende "que o planejamento está contido no sistema de gestão, na medida em que estrutura as diretrizes a serem seguidas pelos planos de ação e pela própria gestão ambiental. Desta maneira, a gestão pode ser entendida como a prática do planejamento, através dos elementos contidos dentro de um sistema de gestão.

Entretanto, preconiza o autor que cabe ao sistema de gestão fornecer a retroalimentação, para que o planejamento, em um momento

subseqüente, possa adequar as diretrizes à nova realidade do sistema, promovendo um desenvolvimento contínuo e dinâmico.”

Neste contexto entra a proposta deste trabalho, que envolve o monitoramento ambiental como peça fundamental na atividade de retroalimentação do processo de planejamento com informações, atualizadas tanto em termos de tempo como de espaço, para tomada de decisões.

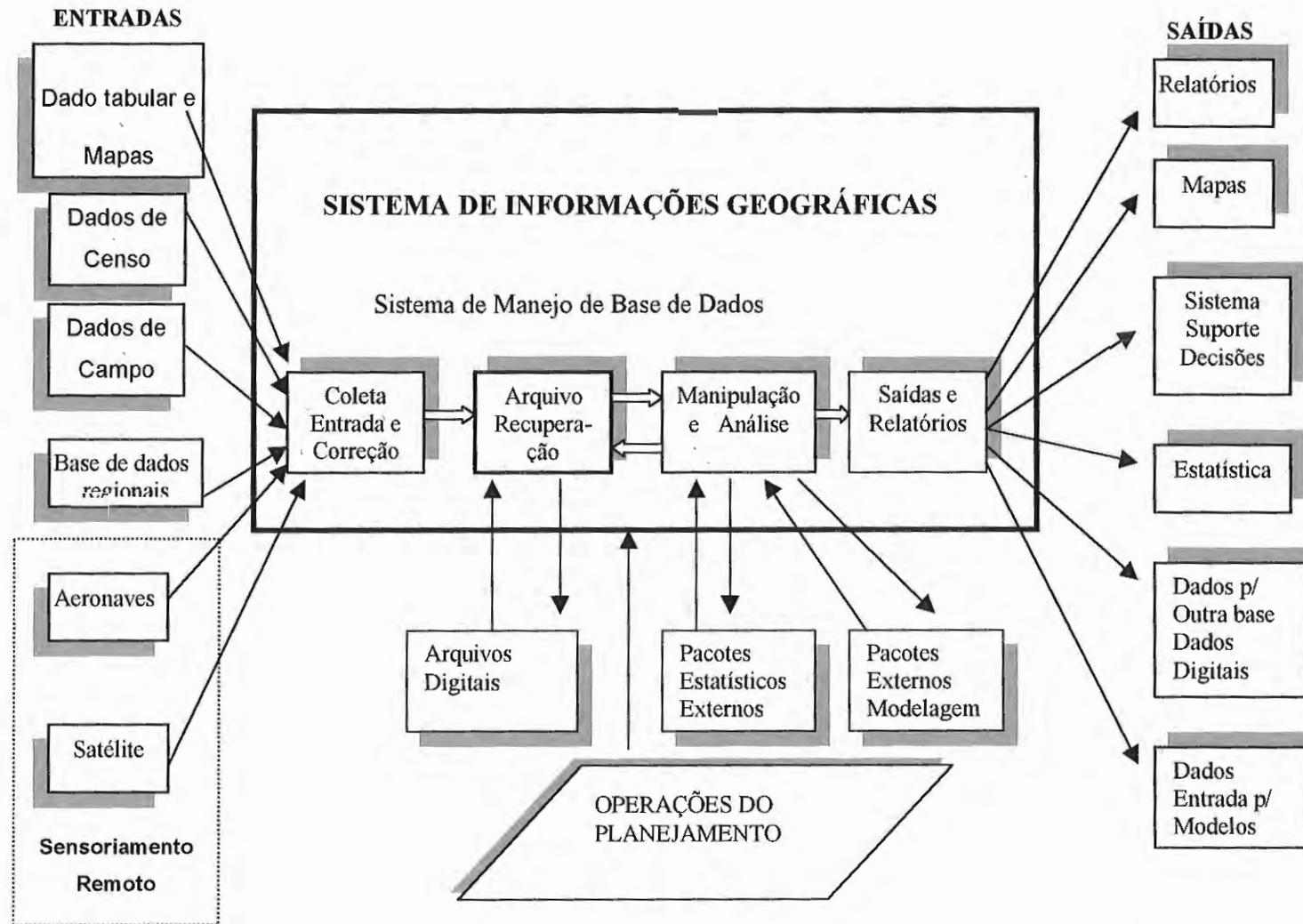


FIGURA 5 - Integração das Funções de Planejamento com as Tecnologias de SIG e Sensoriamento Remoto. Adaptado de FORESMAN e MILLETTE (1996).

3.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Nos caminhos percorridos pelo Homem, em sua histórica busca pela sobrevivência e bem-estar, vêm-se intensificando os desequilíbrios ecológicos.

Com isto, a “sustentabilidade”, dentro dos processos socioeconômicos, vem sendo discutida e incorporada paulatinamente aos diversos campos da atividade humana. Como definição:

a sustentabilidade tem origem em um conceito ecológico, refletindo “comportamento prudente” por parte de um predador, para evitar explorar sua presa em demasia para assegurar uma “produção” ótima sustentável (ODUM⁵ apud BARTELMUS, 1994, p.165).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD e o Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID (1992), na publicação “Nossa Própria Agenda”, elaborada com o objetivo de promover uma visão regional sobre a problemática do meio ambiente com vistas à Conferência Mundial de Meio Ambiente, realizada no Brasil em 1992, assumem a definição, da World Commission on Environment and Development-WCED, de *desenvolvimento sustentável* como sendo um processo de mudança social em que a exploração dos recursos, as opções de investimento, o progresso tecnológico e as reformas institucionais se realizam de maneira coordenada, ampliando as atuais e futuras possibilidades de satisfazer as necessidades e aspirações humanas. Desta forma, o desenvolvimento sustentável preconizado privilegia não só a preservação e uso racional dos recursos naturais, mas também uma sociedade mais justa, onde as atuais camadas socioeconômicas, tão marcantes, sejam diluídas, formando um todo

⁵ ODUM, E.P. *Fundamentals of ecology*. 3^{ed} ed. Philadelphia: W. B. Sanders, 1971. apud BARTELMUS, P. (1994). “A Contabilidade Verde para o Desenvolvimento Sustentável”. In: MAY, O., SERRA DA MOTA, R. *Valorando a Natureza*, Editora Campus, p. 157- 175.

homogêneo. Também, onde o progresso tecnológico e econômico seja mais uma forma de promover o bem-estar comum presente e futuro da humanidade.

Para TURNER (1993), os padrões sustentáveis de desenvolvimento, embora guardem contradições e sejam interpretados de formas diversas, são tão presentes em todo o mundo, no contexto político- socioeconômico, como são os conceitos de democracia, justiça e liberdade. Percebe-se que

“existem muitos sinais de que a próxima crise internacional ocorrerá no meio ambiente. Tem havido alertas quanto ao abuso do meio ambiente, durante décadas, no entanto, as preocupações estavam dissociadas da política e da segurança. Agora, começa a haver uma certa convergência de idéias” (LEWIS⁶ apud CORSON, 1993, p.1).

O que, portanto, tem assegurado, de certa forma, que medidas mitigadoras sejam previstas, principalmente nos grandes projetos nacionais e internacionais.

Constata-se, ainda, na atualidade, que movimentos ecológicos e alguns setores da sociedade apontam na direção do desenvolvimento sustentável e, também, para a necessidade da reformulação das estratégias atuais no sentido de serem adotadas políticas integradas e abrangentes. Particularmente, envolvendo o planejamento e o gerenciamento globais de recursos ambientais e da criação de instrumentos e formas de organização com enfoque conservacionista.

O “Worldwatch Institute” (Instituto de Vigília Mundial) em seu relatório “State of the World 1988” (Estado do Mundo 1988), segundo CORSON (1993), pediu pela realocação de parte dos gastos militares mundiais, durante a década de 90, para sete áreas prioritárias ao desenvolvimento sustentável: estabilização do clima da Terra, proteção à superfície do solo, reflorestamento da Terra, redução do crescimento populacional, elevação da

⁶ FLORA LEWIS. “The Next Big Crisis”. The New York Times., July 27, 1988, p. A25. Apud CORSON W. H. (1993). Manual Global de Ecologia. Trad. por Alexandre Gomes Camaru. São Paulo, Augustus.

eficiência energética, desenvolvimento da energia renovável e retração da dívida do Terceiro Mundo.

Segundo o autor anteriormente citado, além do State of the World, vários outros relatórios têm incluído temas internacionais ou globais, especificando prioridades à limitação da deterioração ambiental e tornando o desenvolvimento mais sustentável. Essas prioridades estão compiladas, na tabela 1, a seguir, em que se constata nos diferentes relatórios que os temas prioritários em sua grande maioria são coincidentes, mostrando o comprometimento e preocupação na busca de um desenvolvimento que ocorra de modo sustentável.

Segundo o mesmo autor, o Worldwatch Institute propôs um orçamento para o período de 1990 a 2000, conforme tabela 2, que se destina às sete áreas de prioridades internacionais. O autor afirma ainda que os programas necessários nessas áreas podem custar menos de um sexto do orçamento global em militarização.

A proposta do referido instituto é de que os recursos, destinados aos esforços na busca de desenvolvimento sustentável, sejam provenientes de parte dos recursos antes destinados à despesas militares. E, começando inicialmente (em 1990) com U\$46 bilhões, aumentariam nos primeiros anos de implantação, quando então se manteriam as despesas anuais entre U\$140 e U\$150 bilhões até o final da década. Para o instituto, tal realocação de recursos em todo o mundo poderia resultar em um grande progresso em direção ao desenvolvimento de uma verdadeira segurança global.

A preocupação com o “como” atingir um equilíbrio entre o uso (dentro dos limites da capacidade suporte da natureza), a recuperação e a preservação, tem sido foco de diversas linhas de pensamentos que propõem diferentes práticas para atingir tal equilíbrio e para uma simbiose durável entre o Homem e a natureza.

TABELA 1 - Prioridades internacionais para o desenvolvimento sustentável.

Organismos Internacionais							
Prioridades	WCED, Our Common Future (5)	WRI, The Global Possible (6)	CSM, Agenda 2000 (7)	Time, Planet of the Year (8)	Gaia Peace Atlas (9)	Benedick, Environment : An Agenda (10)	WI, State of the World 1988 (11)
Reduzir o crescimento populacional.	X	X	X	X	X	X	X
Diminuir a pobreza, desigualdades e a dívida do Terceiro Mundo.	X	X	X	X	X	X	X
Praticar a agricultura sustentável.	X	X	X		X	X	X
Proteger florestas e habitats. Limitar perda das espécies.	X	X	X	X	X	X	X
Proteger os recursos oceânicos e costeiros.	X	X		X			
Proteger a qualidade da água doce. Melhorar a eficiência do uso de água.	X	X	X			X	
Aumentar a eficiência energética.	X	X	X	X	X	X	X
Desenvolver fontes renováveis de energia.	X	X	X	X	X	X	X
Limitar os gases estufa e outros poluentes atmosféricos.	X	X	X	X	X	X	X
Proteger a camada estratosférica de ozônio.	X	X		X	X	X	
Reduzir a geração de lixo, reciclar os restos.	X	X	X	X			
Transferir os gastos militares ao desenvolvimento sustentável.	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13). In: CORSON, 1993, p.311.

⁷ WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). *Our Common Future* (New York: Oxford University Press, 1987), 383 pp. Relatório de um programa de três anos e estabelecido pelas Nações Unidas. A comissão inclui 22 membros de 21 nações.

⁸ ROBERT REPETTO (ed.). *Agenda for action. The Global Possible: resources, Development, and the New Century* (New Haven: Yale University Press, 1985), pp.496-519. Recomendações de uma conferência de 1984 do World Resource Institute (WRI) de 75 líderes de 20 nações.

TABELA 2 - Estimativa de investimento global em desenvolvimento sustentável.

Estimativa das despesas adicionais para se alcançar o desenvolvimento sustentável, 1990-2000							
							(bilhões de dólares)
Ano	Proteção da superfície do solo em áreas de cultivo	Reflorestamento da Terra	Redução do crescimento populacional	Elevação da eficiência energética	Desenvolvimento de energia renovável	Retração da dívida do Terceiro Mundo	Total
1990	4	2	13	5	2	20	46
1991	9	3	18	10	5	30	75
1992	14	4	22	15	8	40	103
1993	18	5	26	20	10	50	129
1994	24	6	28	25	12	50	145
1995	24	6	30	30	15	40	145
1996	24	6	31	35	18	30	144
1997	24	6	32	40	21	20	143
1998	24	7	32	45	24	10	142
1999	24	7	32	50	27	10	150
2000	24	7	33	55	30	0	149

Fonte: BROWN & WOLF¹⁴ apud CORSON (1993)

Cada uma dessas correntes designa por um cognome o desenvolvimento por meio do uso ponderado dos recursos naturais. Dentre esses cognomes se encontra: desenvolvimento sustentável, desenvolvimento auto-sustentável e desenvolvimento sustentado (considerados como sinônimos por alguns), o ecodesenvolvimento; a economia ecológica (teoria neoclássica) e outros.

ELLIOT (1994) comenta que essas correntes, embora defendam métodos, propostas e postura diferenciadas, compartilham a idéia de que o

⁹ RUSHWORTH, M. KIDDER. *Agenda 2000. The Christian Science Monitor (CAM)*, July 25, 1988, pp. B1-B12. Recomendações de uma conferência de 35 participantes de 12 nações, cobrindo degradação ambiental, relações Norte-Sul e Oriente-Occidente, e moral pública e privada.

¹⁰ TIME MAGAZINE. *Planet of the Year: Endangered Earth*, January 2, 1989, pp.24-63.

Recomendações de uma conferência de 26 jornalistas da Time, e 33 especialistas de 11 nações.

¹¹ FRANK BARNABY. (ed.), *The Gaia Peace Atlas: Survival into the Third Millennium* (New York: Doubleday, 1988), Chapter 8. *Short Term Steps for Survival*; Chapter 9, *The choices for Humanity*.

¹² RICHARD E. BENEDICK, *Environment: An agenda for the next G-7 Summit*. International Herald Tribune, July 25, 1989.

¹³ LESTER, R. BROWN & EDWARD C. WOLF, *Reclaiming the Future*. In: BROWN, et al., *State of the World 1988* (New York: Norton, 1988), pp. 170-88. Uma publicação do Worldwatch Institute (WI).

¹⁴ LESTER R. BROWN and EDWARD C. WOLF, *Reclaiming the Future*. In: State of The World 1988 (New York: Norton, 1988), p. 183. Apud CORSON, W. H. (1993). Manual Global de Ecologia. Trad. por Alexandre Gomes Camaru. São Paulo. Augustos.

desenvolvimento sustentável é desejável sendo, portanto, um objetivo buscado por todas.

Tais correntes surgiram a partir de polêmica contra linhas radicais, como exemplo, os partidários do crescimento selvagem (crescimento a qualquer custo) e, também, contra os “zeristas” (partidários da taxa zero de crescimento).

O ecodesenvolvimento, segundo SACHS (1986), inclui o conceito de aproveitamento regular e contínuo dos recursos naturais, com emprego de técnicas de produção avançadas (eco-técnicas e eco-tecnologias) que não sejam incompatíveis com a prudência ecológica, cujas leis e os grandes ciclos da natureza devem ser respeitados. Segundo o autor, a aspiração do ecodesenvolvimento é a de definir um estilo de desenvolvimento particularmente adaptado às regiões rurais do Terceiro Mundo. Nestes termos, o ecodesenvolvimento é definido como

“um estilo de desenvolvimento que, em cada ecorregião, insiste nas soluções específicas de seus problemas particulares, levando em conta os dados ecológicos da mesma forma que os culturais, as necessidades imediatas como também aquelas a longo prazo” (SACHS, 1986, p. 18).

Leva em conta, portanto, a especificidade de cada realidade, mas não nega a importância dos intercâmbios e reage ao predomínio das soluções e fórmulas generalizadas.

SACHS (1993) comenta que o Relatório Founex – documento-parte do processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972 - estabeleceu um caminho intermediário entre o pessimismo à advertência dos malthusianos a respeito do esgotamento dos recursos e o otimismo da fé dos cornucopianos a respeito dos remédios da tecnologia.

Assim, segundo SOUZA (1999), “na realização da Conferência de Estocolmo houve uma reação à proposta de crescimento econômico zero para o mundo todo. Inclusive, este tema foi objeto de debates nas sessões que antecederam a Conferência. O Brasil, cabe observar, liderou um bloco

de países contrários a essa proposta, argumentando ser injusto existir uma interrupção no processo de crescimento econômico para os países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Deve ser observado que a posição brasileira era de confronto ao Clube de Roma, deve-se entendê-la como uma posição política. Esta atitude tem sido analisada isoladamente, o que a torna objeto de muitas críticas e comentários nada abonadores”.

Nesse sentido, segundo BARBIERI (1997), o Brasil defendeu o desenvolvimento a qualquer custo e não reconheceu a gravidade dos problemas ambientais, defendendo o direito de crescer e de ter acesso aos padrões de bem-estar alcançados pelas populações dos países ricos.

Segundo o mesmo autor, o pronunciamento do General Costa Cavalcante, chefe da delegação brasileira na Conferência e Ministro do Interior, na época, gerou muita polêmica. De acordo com as palavras do General: "para a maioria da população mundial, a melhoria de condições é muito mais uma questão de mitigar a pobreza, dispor de mais alimentos, melhorar vestimentas, habitação, assistência médica e emprego do que ver reduzida a poluição atmosférica...". Para o autor, tal posição provocou o apoio de alguns países subdesenvolvidos presentes e o repúdio de organizações ambientalistas.

No ponto de vista de SOUZA (1999) este tipo de posicionamento mencionado ilustra o entendimento dominante na oportunidade, em que o desenvolvimento econômico e a qualidade ambiental eram antagônicos e, por vezes, inconciliáveis.

Segundo informações da União Internacional para a Conservação da Natureza-UICN / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA/Fundo Mundial para a Natureza-WWF (1992), contidas no documento "Cuidando do Planeta Terra", lançado no Brasil simultaneamente com a edição inglesa "Caring for the Earth" e a francesa "Sauver la Planète", como uma nova estratégia para o futuro da vida nos países ali ficou registrada e resumida como mensagem para o mundo que

a humanidade precisa viver dentro da capacidade de suporte do Planeta Terra. Não existe nenhuma outra opção a longo prazo. Se não utilizarmos as

reservas da Terra de maneira sustentável e prudente, estaremos negando um futuro à humanidade. Temos a obrigação de adotar modos de vida e caminhos de desenvolvimento que respeitem e funcionem dentro dos limites da natureza. Podemos realizar isso sem rejeitar os muitos benefícios trazidos pela moderna tecnologia, desde que a própria tecnologia funcione dentro desses limites (UICN, PNUMA, WWF, 1992, Sumário p. 3).

ELLIOT (1994) afirma que o reconhecimento da interdependência entre meio ambiente e desenvolvimento como uma questão de interesse mundial justificou a realização, em 1992, no Rio de Janeiro, da maior reunião de chefes de governo em uma Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento já realizada.

Para TURNER (1993), a expectativa original da Rio-92 era a de que os 179 países participantes abraçassem efetivamente o conceito de desenvolvimento sustentável. O autor afirma que, entretanto, esta Conferência mostrou que a diplomacia internacional não estava ainda adequadamente preparada para enfrentar, de forma prática e articulada, a complexidade da ligação entre desenvolvimento e meio ambiente em escala mundial. Portanto, a solução encontrada foi a de buscar estabelecer acordos de ações internacionais sobre pontos-chave - como mudanças climáticas e biodiversidade - por meio de tratados e compromissos a serem aplicados por cada país através de exortação moral e política - configurando-se no que o autor chama de "*Soft Law*".

Na Rio-92, foi também elaborada a chamada *Agenda 21* - uma lista de atividades a serem seguidas como forma de dar condições ao desenvolvimento sustentável de estabelecimento em todo o mundo. Neste trabalho, conforme SOUZA (1999), reafirmam-se posicionamentos presentes no Relatório Brundtland, como a questão da importância da participação social na tomada de decisões relativas a seus espaços comuns e à busca por um novo padrão de desenvolvimento. É uma espécie de roteiro para

guiar a humanidade em direção a um desenvolvimento que considere as questões ambientais no processo decisório.

A produção da Agenda 21, acordada na Rio 92, destinada à promoção do desenvolvimento sustentável em escala planetária, foi um grande esforço de negociação internacional para a produção de um consenso normativo e um programa de certa operacionalidade à humanidade, com relação ao desenvolvimento sustentável. Deve ser destacado, inclusive, que alguns países elaboraram uma Agenda 21 Nacional, ou seja, um detalhamento da aplicação na especificidade de cada país. E, mesmo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento redefiniu estruturalmente, de acordo com FERREIRA E VIOLA (1996), sua linha de atuação a favor do desenvolvimento sustentável, observando a Agenda 21.

Segundo informações obtidas na Revista *Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente* da Universidade Livre do Meio Ambiente (1997) na Conferência RIO + 5 - realizada de 13 a 19 de março de 1997, na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil, e que contou com 500 representantes governamentais, empresariais, ONGs e cientistas - destinada a avaliar os avanços na proteção do meio ambiente no mundo, nos cinco anos desde a ECO-92, concluiu-se que a evolução foi tímida neste sentido. Nessa conferência foi produzido o documento Carta da Terra, que apresenta algumas direções que poderão conduzir à melhoria da qualidade ambiental. As conclusões foram discutidas no mês de junho/97, em New York (EUA), durante reunião da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, da Organização das Nações Unidas-ONU.

Uma mensagem de alerta para o mundo, apresentada por MIKHAIL GORBACHEV, na Conferência RIO +5, é a que se encontra na publicação *Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente*. Tal mensagem diz que

Dentro de 30 ou 40 anos, se continuarmos nas direções em que vamos, as mudanças na biosfera serão irreversíveis, porque vão interferir na auto-regulação do nosso planeta. E nós não temos outro sistema para substituí-la. Precisamos restringir

nossas atividades destrutivas. Não quero criar pânico, não quero fazer drama, mas vejo dramas à nossa frente. Se não mudarmos nosso comportamento, a natureza poderá ter de viver sem nós. (Revista *Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente*, 1997, p.4).

Segundo informações obtidas no INFORMATIVO BRASIL 2000 (1997), será realizado, de 6 a 17 de agosto do ano 2000, o 31º Congresso Geológico Internacional, no Rio de Janeiro-Brasil, com o tema "Geologia e desenvolvimento sustentável: desafios para o terceiro milênio". Nele será discutida a Agenda 21, aprovada pela ECO-92 e, também, dentre muitos outros objetivos, procurar-se-ão redefinir as responsabilidades das ciências geológicas para o desenvolvimento sustentável. Este evento, certamente, virá reforçar o engajamento e a conscientização das mais diversas áreas na busca de um futuro ambientalmente saudável.

Atualmente a qualidade ambiental está sendo computada como uma fonte de valores econômicos, bem como de valores sociais, e não apenas como um bem público. CORSON (1993) exemplifica recentes experiências, com troca de dívidas por natureza, que confirmam que os recursos naturais podem ter valores econômicos quando são protegidos em vez de explorados. O autor cita, entre os exemplos, o de uma organização americana sem fins lucrativos - Conservation International (Conservação Internacional) - que recentemente comprou e concordou em perdoar U\$650.000 da dívida externa boliviana, em troca de um compromisso por parte da Bolívia de proteger 3,7 milhões de acres de terras ameaçadas com o desflorestamento.

Ainda segundo este autor, várias outras iniciativas estão em andamento para proteger as espécies selvagens e os habitats biologicamente ricos. Dentre elas são citadas: uma variedade de leis e tratados; algumas outras trocas de "dívida-por-natureza", as quais provêm incentivos econômicos à conservação; e novas políticas por parte das agências credoras de desenvolvimento destinadas a proteger a diversidade

biológica. Também os usos sustentáveis das florestas e outros ecossistemas estão sendo implementados, o que permitirá que as espécies sobrevivam apesar da atividade comercial.

A economia ecológica trata da tomada de consciência ecológica, que constitui elemento essencial na “revolução do ambiente”, e veio abalar a teoria econômica tradicional. Para MAY (1995), o termo economia ecológica refere-se a esforços colaborativos para entender e integrar o estudo e o gerenciamento do “lar da natureza” (ecologia) e do “lar da humanidade” (economia). Correlaciona ainda os dois termos pelo radical origem “*oikos*” = “lar”, cuja junção sugere que a economia ecológica deveria ser direcionada para um melhor gerenciamento das interações entre o homem e a natureza de modo a assegurar o bem-estar tanto das próximas gerações quanto das espécies.

Do ponto de vista de CONSTANZA (1994), a economia ecológica é uma abordagem transdisciplinar que contempla toda a gama de inter-relacionamento entre os sistemas econômicos e ecológicos. O autor apresenta ainda a tabela 3, resumindo algumas diferenças entre economia convencional, ecologia convencional e economia ecológica, mostrando a grande diversidade de enfoque entre as áreas. Nota-se que, na visão de mundo da economia convencional, os consumidores humanos individuais são as figuras centrais. A economia ecológica adota um enfoque holístico, sendo os seres humanos um dos componentes (embora muito importante) dentro do sistema global. Portanto, elas diferem entre si na importância que atribuem aos seres humanos enquanto espécie e na ênfase sobre a mútua importância da evolução cultural e biológica.

Uma importante observação a respeito da sustentabilidade é feita por Cavalcanti (1995)¹⁵, citado por SOUZA (1999). Segundo este autor, ele acrescenta que o processo econômico não se auto-sustenta, pois ele não existe em um vácuo nem se dá isoladamente em relação ao meio ambiente no qual repousa. Diz ainda que dessa forma, qualquer mudança na ordem

¹⁵ CAVALCANTI, C. (1995). Sustentabilidade da Economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: Cavalcanti, C., org. *Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo, Cortez; Recife-PE: Fundação Joaquim Nabuco. Parte I, Cap. 9, p.153-174.

natural desse meio ambiente, pode acarretar alterações de caráter muitas vezes inesperado e irreversível, comprometendo a saúde do subsistema econômico, fortemente dependente do equilíbrio do sistema ambiental.

Segundo MAGLIO (1991), o Brasil adota de modo mais próximo o modelo de desenvolvimento dito "atenuado", que não privilegia o desenvolvimento a qualquer custo, nem o desenvolvimento sustentável. Para o autor, o modelo de desenvolvimento atenuado considera o estágio das forças produtivas do país, embora não leve em conta suas potencialidades de um ponto de vista globalizante. Portanto, o modelo concede uma atenção especial às políticas através das quais se obtém um crescimento econômico em detrimento, muitas vezes, daquelas que propiciam o equilíbrio ambiental e distribuição da renda. Neste contexto, a política ambiental apresenta traços de legislação de desenvolvido caráter parcial. Os métodos de análise privilegiam o reducionismo e o sistema de gestão ambiental é centralizado e não integrado aos demais sistemas de gestão públicos. As ações de planejamento e controle se dão de forma articulada e os impactos negativos são controlados por parâmetros, ou padrões de controle, baseados em "standarts" aplicados a países desenvolvidos .

TABELA 3 - Comparação entre a economia e a ecologia convencionais e a economia ecológica.

	Economia convencional	Ecologia convencional	Economia ecológica
Visão básica de mundo	-Mecanicista, estática, atomística. - Gostos e preferências individuais tomadas conforme expressas e consideradas como a força dominante. - A base de recursos considerada como sendo essencialmente ilimitada devido ao progresso técnico e à substituibilidade infinita.	- Evolucionária, atomística. - Evolução atuando em níveis genéticos considerada força dominante. A base de recursos é limitada. Seres humanos são mais uma espécie, mas raramente estudada.	- Dinâmica, sistemática, evolucionária. - Preferências humanas, compreendendo que a tecnologia e a organização evoluem para refletir amplas oportunidades e limitações ecológicas. Seres humanos são responsáveis por compreenderem seu papel dentro do sistema maior e por gerenciarem-no para a sustentabilidade.
Quadro temporal	- Curto. 50 anos no máximo, 1-4 em geral.	- Escala múltipla. Dias e eras, mas escalas temporais muitas vezes definem subdisciplinas que não se comunicam.	- Escalas múltiplas. - Dias e eras, síntese em escala múltipla.
Quadro espacial	- Local e internacional. - Estrutura invariante em escala espacial crescente, unidades básicas mudam de indivíduo para firmas e para países.	-Local e regional. - Maior parte da pesquisa concentrada em sítios relativamente pequenos dentro de um só ecossistema, mas escalas maiores vêm-se tornando mais importante ultimamente.	- Local e global. - Hierarquia das escalas.
Quadro de espécies consideradas.	-Apenas humanas. - Planta e animais apenas raramente incluídos para o seu valor de contribuição.	- Apenas não-humanos. - Tentativas de encontrar ecossistemas "primitivos", intocados pelos seres humanos.	- Todo ecossistema, inclusive os seres humanos. - Considera as interconexões entre os humanos e o resto da natureza.
Objetivo micro principal	- Max. lucros (firmas) - Max. utilidade (indivíduos) Todos os agentes seguindo microobjetivo levam à realização do macro objetivo. Custos e Benefícios externos são superficialmente reconhecidos mas não são geralmente levados em conta.	- Max. sucesso reprodutivo. - Todos os agentes seguindo microobjetivo levam à realização do macro objetivo.	- Precisa ser ajustado para refletir os objetivos do sistema. - Organização social e instituições culturais em níveis mais elevados da hierarquia espaço-tempo aperfeiçoam os conflitos produzidos pela busca miope de micro-objetivos em níveis mais baixos e vice-versa.
Pressupostos sobre o progresso técnico	Muito otimista.	Disciplinar.	Transdisciplinar.
Postura acadêmica	- Disciplinar. -Monística, enfatiza ferramentas matemáticas.	Mais pluralista do que a economia mas ainda focalizando as ferramentas e técnicas. Poucas recompensas por um trabalho abrangente e integrador.	Pluralista, enfoque em problemas.

Fonte: COSTANZA (1994)

Segundo BROKENSHA & RILEY¹⁶ apud CORSON (1993), para alcançar o desenvolvimento sustentável, uma sociedade deve empregar uma variedade de medidas econômicas e políticas e atingir um perfeito equilíbrio entre mecanismos de mercado livre e administração pública judicial, a fim de prevenir o uso excessivo ou prejudicial dos recursos naturais.

Segundo os mesmos autores, desenvolvimento sustentável bem-sucedido deve também incluir um conhecimento profundo dos valores culturais e dos sistemas de gerenciamento dos recursos naturais que mostraram ser efetivos no passado.

Como expressa CORSON (1993), o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável exigirá: considerações cautelosas acerca de uma variedade de objetivos sociais, econômicos e ambientais; estabelecimento de metas prioritárias baseadas em discussões e debates públicos; distribuição de recursos às prioridades; além de um alto nível de liderança política apoiada pela pressão pública dos problemas e comprometimento com as ações necessárias.

Ainda segundo este último autor, tem havido avanços substanciais no que se refere à identificação de estratégias efetivas para limitar o crescimento populacional, bem como para utilizar os recursos naturais da Terra de modo mais efetivo e para prevenir a degradação do meio ambiente. Porém, para que isto se torne realidade, algumas transições são necessárias. Segundo relato de CORSON (1993), em 1984, participantes da "Global Possible Conference" (Conferência da possibilidade Global), do "World Resouces Institute" (Instituto de Recursos Naturais), concordaram que várias transições críticas precisam ser efetivadas para que o desenvolvimento sustentável seja atingido, dentre elas:

- a) transição *demográfica*: estabilidade e baixo índice de natalidade;
- b) transição *energética*: eficiência na produção e consumo e utilização de fontes renováveis;

¹⁶ DAVID BROKENSHA and BERNARD W. RILEY, "Managing Natural Resources: The Local Level", in Botkin, *Changing the Global Environmet*, p.431-66. apud CORSON W.H. (1993) *Manual Global de Ecologia*. Trad.por Alexandre Gomes Camaru. São Paulo. Augustos.

- c) transição de *recursos*, para uma dependência sobre a “renda” da natureza sem destruição de seu “capital”;
- d) transição *econômica*, para o desenvolvimento sustentável e uma divisão mais abrangentes de seus benefícios;
- d) transição *política*: negociação global.

Segundo este mesmo autor, notou-se que os resultados da conferência sugeriram que um futuro próspero e sustentável, criado por tais transições, é possível, e que há amplas oportunidades de se construir tal futuro. A população pode ser estabilizada, a produção agrícola pode ser expandida, o crescimento econômico pode ser sustentado com baixa aplicação de insumos, os recursos florestais estabilizados e expandidos, a perda da diversidade biológica pode ser reprimida, minerais podem ser fornecidos, a poluição ambiental reduzida, a qualidade ambiental preservada, e as cidades grandes podem tornar-se saudáveis e habitáveis. Concluiu, ainda, que tais metas não são dispendiosas para serem atingidas e que, geralmente, custam menos do que os custos atuais e, em muitos casos, representam tentativas de custos mínimos.

A fim de salvaguardar as plantas e animais selvagens mundiais, uma rede global de parque e reservas está sendo desenvolvida. CORSON (1993) afirma que em todo mundo o número de áreas protegidas cresceu de cerca de 600, em 1950, para 3.500 áreas em meados de 1993, abrangendo aproximadamente 425 milhões de hectares.

No contexto da corrente mundial de busca de elos, que conduzam ao desenvolvimento sustentável, à preservação e à conservação, é que se encaixa o presente trabalho. Assim sendo, ele pretende colaborar para que áreas especiais criadas com tais finalidades recebam - a partir da identificação e quantificação da degradação sofrida - o tratamento e os cuidados necessários à continuidade das espécies.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

No presente trabalho, o ponto inicial foi o estudo e caracterização do uso e ocupação do solo retrospectivo a 10 anos, a partir de 1985, por meio da interpretação de imagens de sensoriamento remoto. Além disso, foi realizado um estudo espaço-temporal comparativo dos dados e informações das diferentes datas, em intervalos de 5 e 10 anos com o intuito de identificar mudanças ocorridas nos diferentes períodos relativos a uso e cobertura do solo e seus prováveis agentes causadores.

Para consecução deste trabalho, foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- 1- o sistema de informações geográficas/software IDRISI, para o processamento, a análise e interpretação das imagens de sensoriamento remoto, mapas digitais para o conseqüente fornecimento de dados e informações que subsidiem a realização do monitoramento do uso e cobertura territorial. Cabe aqui observar que quando o texto, deste trabalho, fizer referência a "módulo 'X' ", trata-se dos comandos do IDRISI utilizados na execução de tarefas;
- 2- o software Cartalinks para digitalização dos mapas no formato vector.
- 3- microcomputador Intel Pentium II com processador com velocidade de 233MMx, 512Kb memória RAM, 5 Gigabytes de winchester.
- 4- periféricos:
 - 4.1- entrada de dados:
 - ⇒ mesa digitalizadora: SUMMAGRAPHICS – SUMMAGRID IV entrada de dados gráficos, comunicação do usuário com o software;
 - ⇒ scanner: entrada de dados gráficos;
 - ⇒ cd-rom
 - ⇒zip-drive: ZIPDRIVE –100 – IOMEGA – para PC.

4.2- armazenamentos: diskettes high density 3.5", Zip drive e cd-rom.

4.3- saída de dados:

⇒ Impressora colorida: DESKJET 890 C – HEWLETT PACKARD – HP para apresentação dos dados gráficos, principalmente dos sistemas raster e apresentação de relatórios e tabelas.

⇒ Plotters: apresentação dos dados gráficos, principalmente dos sistemas vetoriais e raster;

4.4- Fonte de dados:

⇒ Como fonte básica de dados foram utilizadas imagens digitais obtidas por sensoriamento remoto através do satélite Landsat-TM, com zero de cobertura de nuvens, nos anos 1985 na data 15/05 – bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7; 1990 na data 14/05 – bandas 3, 4 e 5; 1995 na data 13/06 – bandas 3, 4 e 5. Estas foram adquiridas do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Das imagens foram obtidas, principalmente, informações do uso e ocupação do solo e da cobertura vegetal;

= mapas analógicos:

a- *topografia* – Mapa Topográfico: Chapada dos Guimarães – Folha SD-21-2-C-III, elaborado pelo IBGE em 1975 em escala 1:100.000.

b- Deste mesmo mapa foram obtidas informações de *infra-estrutura* e *hidrografia*.

c- *Pedologia* – Mapa Exploratório de Solos, elaborado pelo Governo do Estado de Mato Grosso/Secretaria de Planejamento do Estado/PRODEAGRO em 1995, escala 1:1.500.000. Utilizado para ilustração dos solos predominantes no parque e região.

d- *estrutura fundiária* – Área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães: estrutura fundiária – elaborado pela Secretaria Nacional do Meio Ambiente-SEMAN/ Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA em 1992 na escala 1:50.000, empregado para obter informações sobre a divisão por tipo de proprietário e o contorno do parque.

Os mapas anteriormente citados foram empregados basicamente para produzir os mapas digitais correspondentes e para georeferenciar as imagens de sensoriamento remoto.

⇒ mapas digitais - processados e analisados por um sistema de informações geográficas. Estes foram utilizados, juntamente com as informações das imagens de sensoriamento remoto, para o cruzamento, interpretação, análise e produção de informações temáticas, e

⇒ dados alfanuméricos – publicações diversas, citadas ao longo do texto e *Internet* onde foram consultadas diversas 'home pages'.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

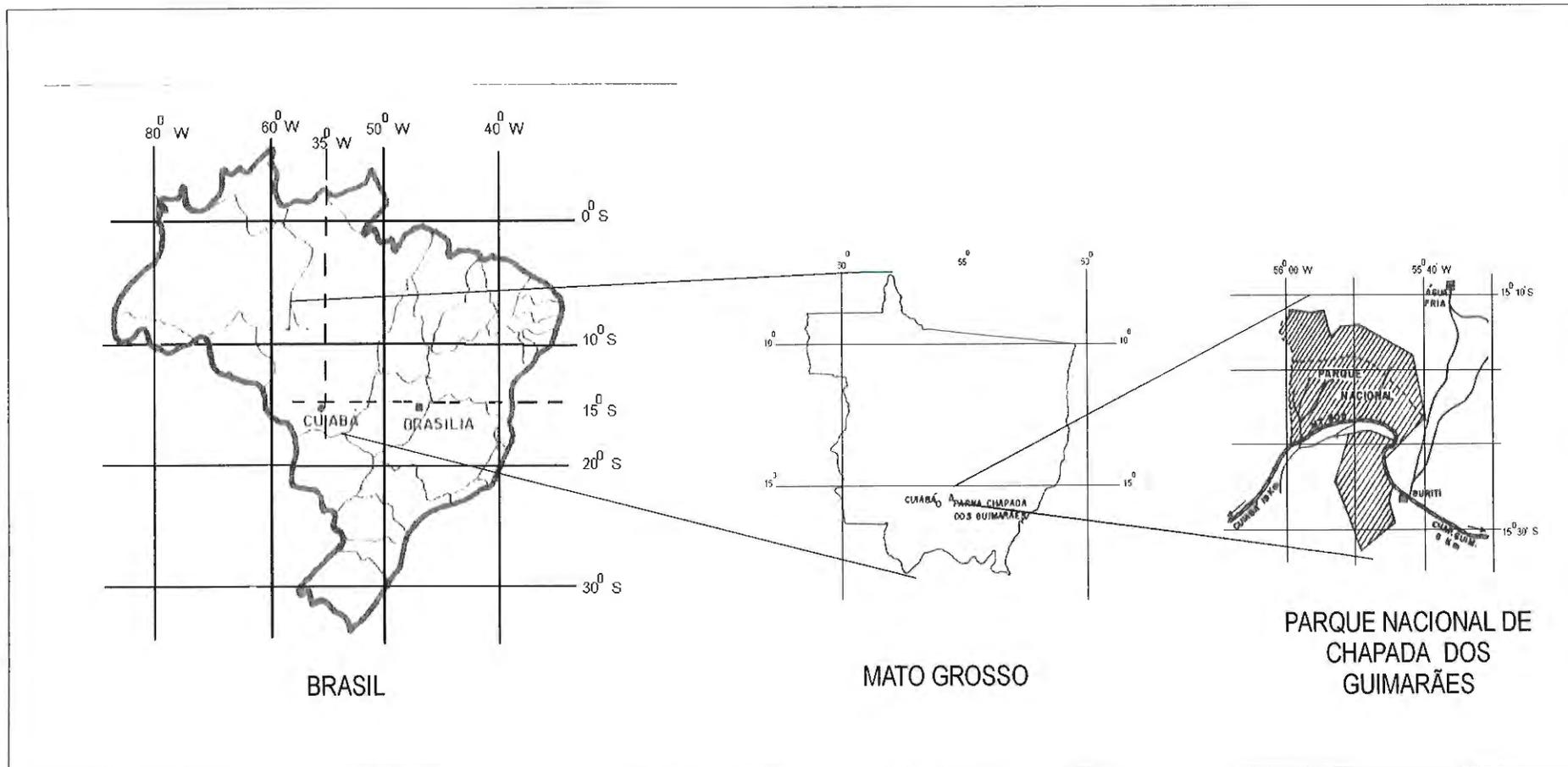
A presente proposta de monitoramento ambiental foi aplicada na região do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, situado no Estado de Mato Grosso, como um estudo de caso, por tratar-se de área que contém e influencia em importantes ecossistemas. A proposição é de que, com algumas adaptações, esta proposta possa ser aplicada para outras áreas especiais tais como: Áreas de Proteção Ambiental – APAs, Reservas Ecológicas, Parque Espeleológico, Estação Ecológica, Reservas Extrativistas, etc.

A região abrangida pelo parque possui uma enorme riqueza faunística e florística, contendo importantes nascedouros de mananciais que formam várias bacias hidrográficas, principalmente o Rio Cuiabá. A sua dinâmica natural está ligada de forma direta à conservação do Pantanal Mato-grossense, um dos mais importantes ecossistemas brasileiros.

O Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, localizado no Estado de Mato Grosso, foi criado pelo decreto federal Nº 97.656, de 12 de abril de 1989.

O parque foi criado com o objetivo de proteger amostra dos ecossistemas ali existentes, assegurando a preservação de seus recursos naturais, proporcionando oportunidades controladas para uso pelo público, educação, pesquisa científica e também contribuindo para a preservação de sítios arqueológicos existentes na área, assegurando desta maneira o bem-estar das populações humanas e conservando ou melhorando as condições ecológicas locais.

O Parque está localizado (fig. 6) na região central do Estado do Mato Grosso, nos municípios de Chapada dos Guimarães e Cuiabá, entre as coordenadas geográficas geodésicas $15^{\circ} 30'$ - $15^{\circ} 10'$ Latitude Sul e $56^{\circ} 00'$ - $55^{\circ} 40'$ Longitude Oeste Greenwich, possui uma área de 32.557 hectares com altitudes que variam de 200 a 800 m.



Fonte: Adaptado do 'Estudo de viabilidade de expansão da área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães' - 1993
FIGURA 6 - Localização do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.

A Superintendência do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis-IBAMA, em Cuiabá, é o órgão responsável pela administração do parque, e subordinada tecnicamente à Diretoria de Ecossistemas (DIREC) em Brasília-DF, através da Divisão de Gerenciamento das Unidades de Conservação (DIGER).

A região de Chapada dos Guimarães desperta o interesse de pesquisadores e exalta turistas e curiosos pela grande variedade de paisagens. É possuidora de diversos ecossistemas, de grande beleza cênica com esculturas naturais em rochas formadas há 450 milhões de anos, fósseis e sítios arqueológicos e uma quantidade muito grande de belas cachoeiras. Além desses recursos naturais, também destacam-se inúmeras cabeceiras de rios cristalinos, formadores do Pantanal Mato-grossense na Bacia do Alto Paraguai (fig. 7).

A Chapada dos Guimarães ainda possui um sítio espeleológico detentor de várias grutas de arenito, possuidoras de um ecossistema todo próprio e sensível a qualquer alteração do meio cavernícola ou do meio externo.

Nas rochas da Chapada dos Guimarães estão registradas as marcas de animais que viveram há milhões de anos e foram preservados como fósseis.

A passagem do Homem pré-histórico, nesta região, está documentada através dos sítios arqueológicos, bem como pelas várias pinturas e gravações que despertam a curiosidade e imaginação.

O parque situa-se numa zona de tensão ecológica - região de transição entre a Floresta Amazônica e os domínios do Cerrado, condicionando variada fauna e flora, algumas ameaçadas de extinção.

Chapada dos Guimarães

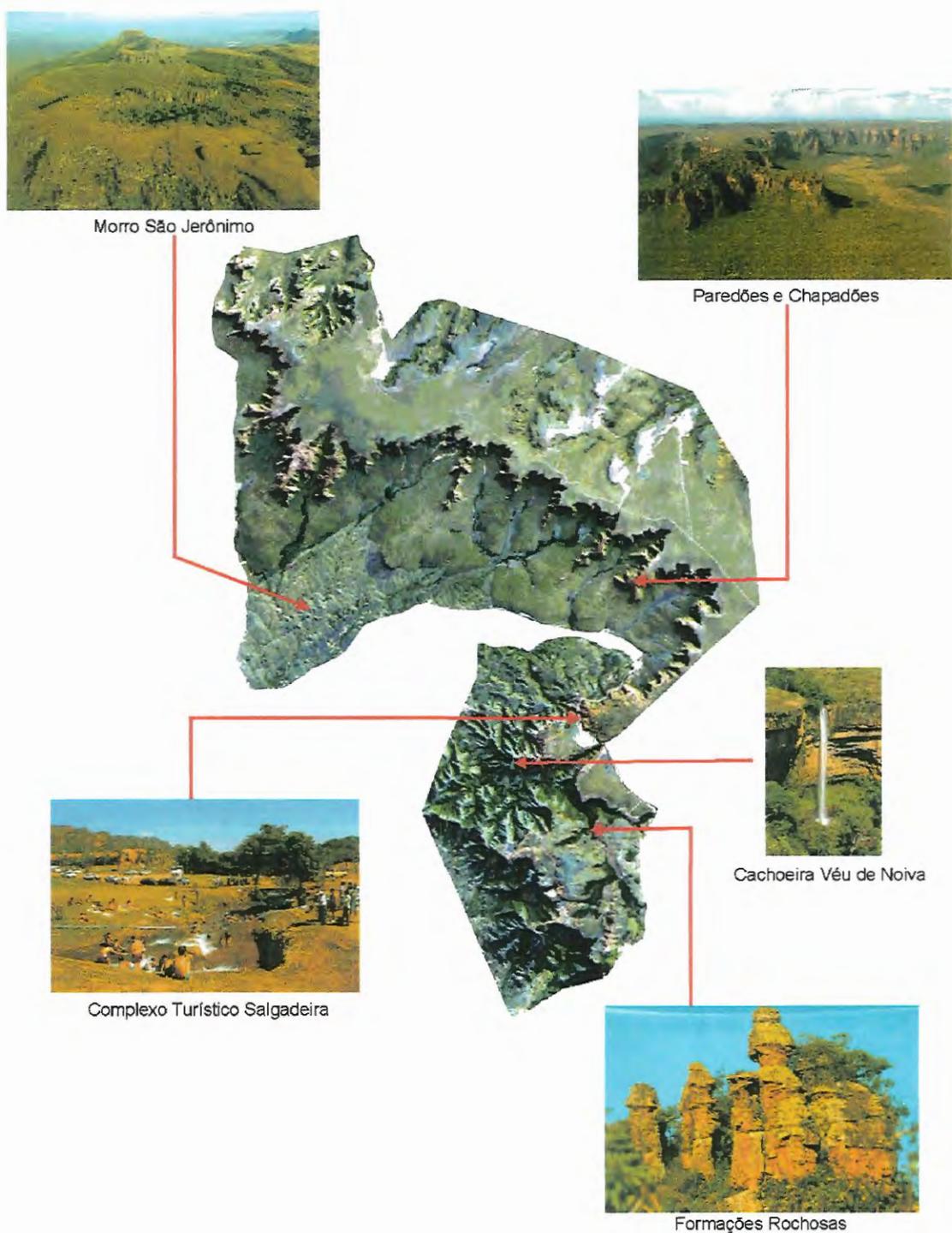


FIGURA 7 - Paisagens e ecossistemas do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.

A diversidade de espécies da flora e da fauna é grande. Na região encontram-se vegetação rupestre, veredas, matas, cerrados e campos, propiciando a sobrevivência de várias espécies animais tais como: tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), tatu canastra (*Priodontes maximus*), lobo-guará (*Chrysocyon branchyurus*), onça-parda (*Felis concolor*), veado-campeiro (*Ozotoceros bezoa-ticus*), etc.

A utilização desordenada por parte dos turistas, garimpos e agropecuárias tem provocado a destruição crescente do ambiente natural e vem descaracterizando vários monumentos naturais e culturais da Chapada dos Guimarães.

Nas áreas de grande visitação turística a depredação é evidente, com construções que agridem a paisagem natural, caminhos de automóveis até às margens dos córregos e estabelecimentos comerciais sem infra-estruturas básicas para funcionar.

A atividade agropecuária contribui em grande escala para a transformação do ambiente natural, mediante a prática da queimada, destinando áreas para agricultura e pastagens. O extrativismo mineral, atividade secular na região, é o principal responsável pela degradação de mananciais, atingindo diretamente a população que se alimenta de peixes.

O acúmulo de resíduos sólidos, a depredação da fauna e da flora, a erosão e o solapamento do solo, as queimadas e o assoreamento dos rios constituem um problema agravante e que vem aumentando com bastante rapidez, provocando a modificação drástica dos hábitos e um declínio acentuado da diversidade biológica.

O Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal em conjunto com o IBAMA, elaboraram um Plano de Pesquisa para o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães (1997), do qual foram extraídas as seguintes informações:

“CLIMA

As condições climáticas do PNCG estão condicionadas às variações altimétricas que variam de 200 a 800 metros. Dessa forma, encontram-se, no Parque as categorias AW e CW, segundo a classificação de Köppen, sendo que a primeira ocorre na área da Depressão Cuiabana e a segunda no Planalto (clima tropical de altitude). Para as áreas citadas ocorrem duas estações bem definidas: a chuvosa nas estações de primavera e verão e a seca nas estações de outono e inverno. Na estação da seca pode ocorrer invasão da massa polar provocando abaixamento da temperatura podendo atingir 5°C; a temperatura na região varia de 12 a 25°C.

A precipitação varia de 1800 a 2000 mm, com umidade relativa inferior a 80% de novembro a abril e menor que 60% no período da seca. As chuvas iniciam-se no mês de novembro indo até abril, com precipitações mais intensas nos meses de janeiro a março. Ainda, são constatadas ilhas climáticas nas encostas e vales, possibilitando ocorrer flora distinta das regiões planas e baixas.

Cabe ressaltar que no município de Chapada dos Guimarães não possui estação meteorológica, resultando em poucos conhecimentos sobre o clima local.

GEOLOGIA

O Parque encontra-se localizado sobre rochas paleomesozóicas da Bacia do Paraná, formadoras da Chapada dos Guimarães e seu sopé, e rochas pré-cambrianas aflorando na Depressão Cuiabana. O embasamento pré-cambriano é constituído de rochas epimetamórficas, possivelmente proterozóicas da série Cuiabá. A bacia sedimentar está representada pelos arenitos paleozóicos das Formações Furnas e Ponta Grossa, superpostas por terrenos mesozóicos constituídos por arenitos eólicos Botucatu, parcialmente recobertos por sedimentos Bauru. Os depósitos cenozóicos

estão representados, principalmente, pelos cascalhos dos rios atuais e cangas antigas e modernas (ALMEIDA, 1954)¹⁷.

GEOMORFOLOGIA

O parque abrange duas unidades geomorfológicas: o Planalto dos Guimarães e a Depressão do Rio Paraguai.

O *Planalto dos Guimarães* apresenta características topográficas e geomórficas muito distintas, podendo ser separado em compartimentos distintos, tais como: Chapada dos Guimarães, planalto do Casca e Planalto dos Alcantilados (BRASIL, 1982)¹⁸.

Chapada dos Guimarães corresponde à extensa área de relevo aplanado com cotas que vão desde 600 até 800 m. Constitui uma única e contínua superfície, mas comporta variações topográficas consideráveis. É toda contornada por relevo escarpado. Na parte sudoeste encontram-se escarpas com vertentes muito abruptas mantidas por arenitos devonianos (Formação Furnas e Ponta Grossa). Estas rochas permitiram o modelado de um relevo com aspecto cuestiformes cuja frente está voltada para a Depressão Cuiabana (BRASIL, 1982)¹⁹.

Planalto do Casca trata-se de uma subunidade que sofreu acentuado rebaixamento erosivo, comportando cotas altimétricas que vão desde 350 m até 600 m. Tem a sudeste as escarpas da Chapada dos Guimarães, enquanto a noroeste e sudoeste é contornada pela Depressão Cuiabana. No contato com a Chapada dos Guimarães observa-se a presença de anfiteatros erosivos profundamente entalhados e delimitados por escarpas. As feições geomórficas predominantes neste planalto são as tabulares e as convexas, com interflúvios amplos e canais de drenagem medianamente profundos. Assim, são comuns formas dissecadas tipo tabular, com ordem de grandeza de dissecação entre 750 e 1750 m e intensidade do entalhe da

¹⁷ ALMEIDA, F. F. M. de. (1954) *Geologia do Centro Oeste Mato-grossense*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral. 97 p.

¹⁸ BRASIL. (1982) Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Brasília –DF. 554 p. il. 5 mapas, folha SD21 Cuiabá.

BRASIL. (1982). Op. Cit.

¹⁹ BRASIL. (1982). Op. Cit.

drenagem considerada fraca (tipo t32) e forma convexa, também com ordem de grandeza da dissecação entre 750 e 1750 m e intensidade do entalhe da drenagem fraca (tipo t32). Na faixa marginal às escarpas que marcam o contato do planalto com a chapada mencionada, observam-se relevos bastante dissecados de topo aguçado com ordem de grandeza de dissecação de até 250 m e intensidade do entalhe da drenagem classificado como muito fraca (tipo a11), e relevos de topos convexos com ordem de grandeza entre 250 e 750 m e a intensidade do entalhe da drenagem qualificada como fraca (tipo c22) (BRASIL., 1982).²⁰

A Depressão do Rio Paraguai é formada por extensas áreas rebaixadas e drenadas pelos tributários do alto curso do rio Paraguai. Esta unidade apresenta distintas feições geomorfológicas com altimetria diferentes, sendo dividida em duas subunidades, a Depressão Cuiabana e a Depressão do Alto Paraguai, estando somente a primeira localizada na área do Parque (BRASIL, 1982).²¹

Depressão Cuiabana é uma área baixa situada entre o Planalto dos Guimarães e a Província Serraria. De forma geral, apresenta topografia de forma rampeada com inclinação do norte para o sul. A altimetria está em torno de 200 m no limite Sul e 410 m no alto Vale dos Rios Cuiabá e Manso. Possui dissecação composta predominantemente por formas tabulares e , secundariamente, por formas aguçadas (oeste) e convexas (vale do rio Manso). Esses relevos foram modelados em litologias do Grupo Cuiabá, representados por metagrauvacas metacóseos, filitos ardosianos, quartzitos, conglomerados e filitos que se apresentam encobertos por material argilo-arenoso com ocorrência de horizonte concrecionário. Os grandes e pequenos cursos d'água estão influenciados pelos direcionamentos estruturais preferenciais (NE-SO), que as rochas do Grupo Cuiabá apresentam (LIMA *et al.* citado por GONÇALVES, 1995).

²⁰ BRASIL. (1982). Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Brasília – DF. 554 p. il. 5 mapas, folha SD21 Cuiabá.

A representação tridimensional do relevo, figura 8, fornece um panorama das variações de altitude ocorridas no território.

²¹ BRASIL. (1982). Op. Cit.

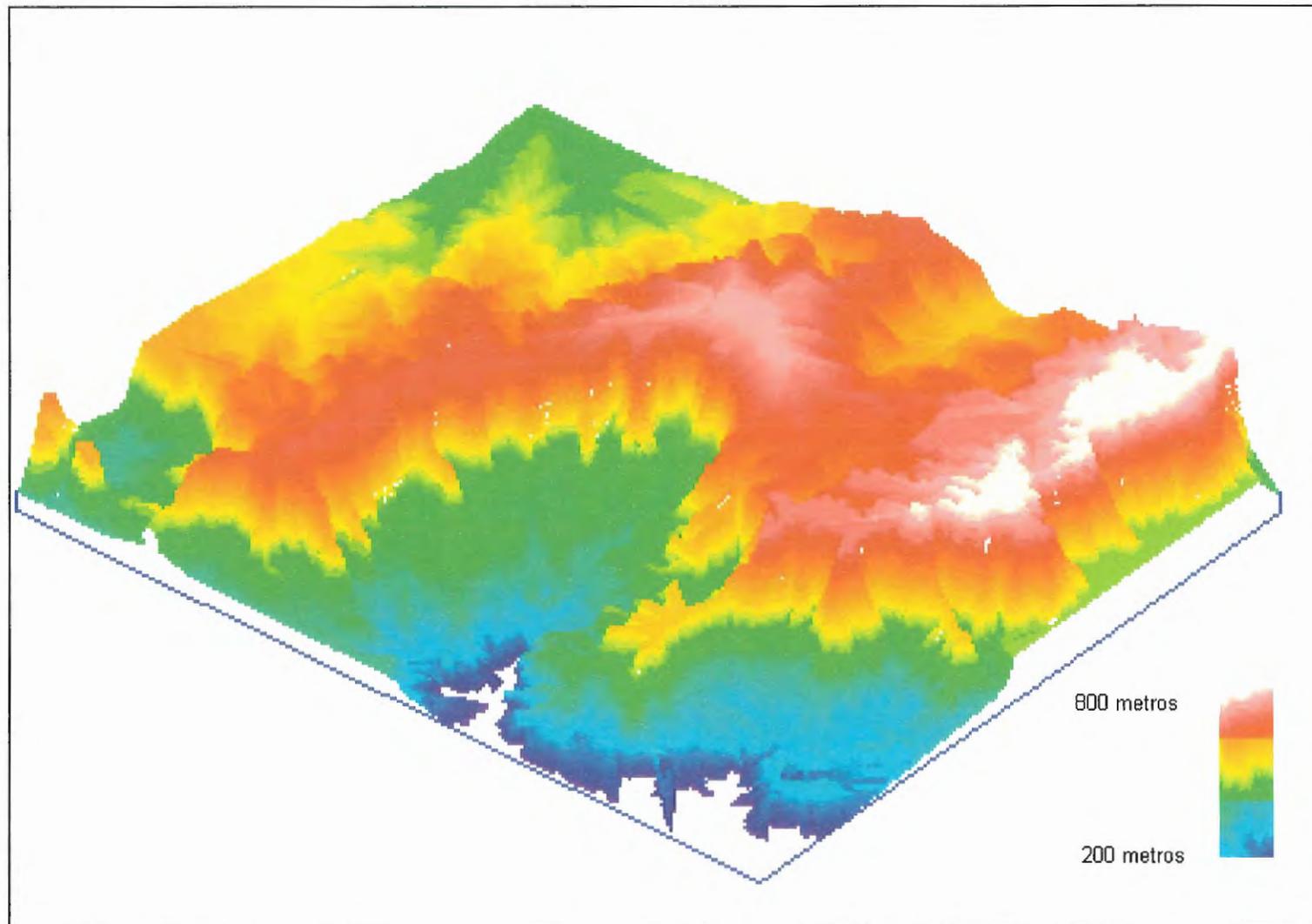


FIGURA 8 - Representação tridimensional do Relevo de Chapada dos Guimarães.

SOLOS

Os tipos de solos encontrados no parque e entorno (fig. 9) podem ser classificados de forma abrangente em areias quartzosas álicas (AQa), solos litólicos distróficos (Rd) e solos concrecionários distróficos (Scd) (BRASIL, 1982)²².

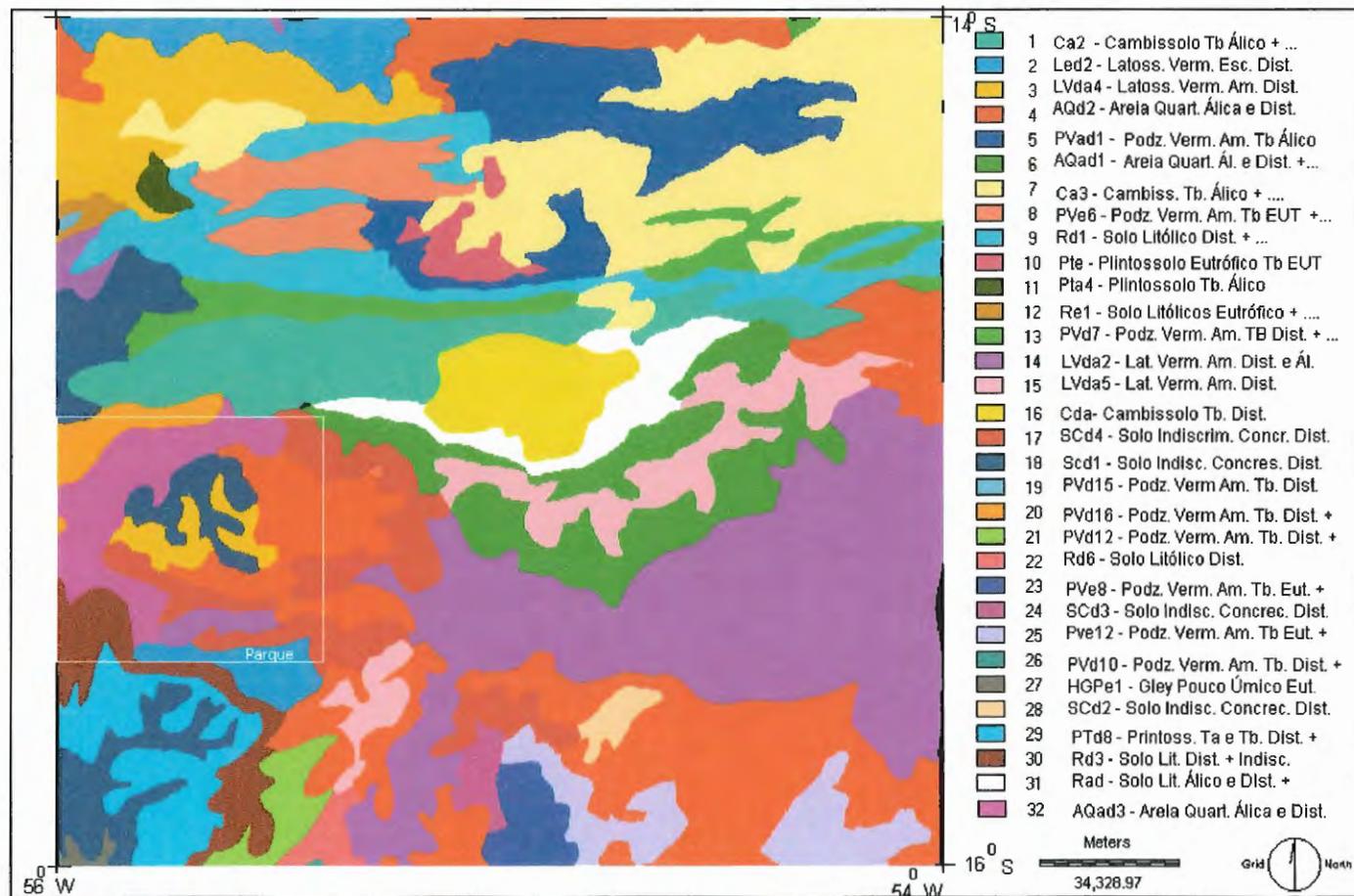
Os solos do tipo *areia quartzosa álicas* variam de profundos a muito profundos de pouco desenvolvimento, com seqüência de horizontes do tipo A,B. Não possuem estrutura formada, apresentando basicamente grãos simples e muito raramente fraca do tipo granular, assim como muito baixos valores de soma de bases, além de na maioria das vezes saturação com alumínio trocável elevada. Estes fatores aliados à baixa capacidade de retenção de umidade, intensa lixiviação, considerável suscetibilidade à erosão e granulometria com teores de areia ao redor de 90%, tomam estes solos praticamente inviáveis para o uso agrícola, sendo sua utilização restrita à pastagem em regime extensivo com aproveitamento de espécies nativas (BRASIL, 1982)²³.

Os *solos litólicos distróficos* são rasos, com seqüência de horizonte do tipo A, R ou A, C, R. As características químicas, físicas e morfológicas apresentam grande variabilidade, tendo a maioria textura cascalhaste e alguns casos o caráter concrecionário. Em relação à fertilidade estão intimamente influenciados pelo material originário, sendo os Micos relacionados especificamente às rochas do grupo Cuiabá. De forma geral, possuem um posicionamento topográfico característico, ocorrendo em bordas de platôs e regiões de relevo movimentado, com declives fortes ou muito fortes. Este posicionamento topográfico quase sempre é limitante para a mecanização, a textura na maioria das vezes cascalhenta e pouca profundidade para o desenvolvimento de raízes tomam estes solos inviáveis para o uso agrícola (BRASIL, 1982)²⁴.

²² BRASIL. (1982) Op. Cit..

²³ BRASIL. (1982). Op. Cit.

²⁴ BRASIL. (1982). Op. Cit.



Fonte: Mapa exploratório de Solos – Governo de MT – 1995 – Escala 1: 1.500.000

FIGURA 9 – Pedologia do Parque e região de Chapada dos Guimarães.

Os solos *concrecionários distróficos* apresentam horizonte A do tipo moderado com raros casos do tipo proeminente, assente sobre vários tipos de horizontes B, mais comumente B latossólico, B textural e B câmbico, assim como sobre horizonte C. Sua ocorrência é bastante expressiva nas proximidades de Cuiabá, além de manchas isoladas nas partes muito dissecadas do Planalto dos Guimarães sobre litologias da Cobertura Detrito-Laterítica do Terciário-Quaternário e das Formações Ponta Grossa, Bauru e Botucatu. São cobertos por vegetação do tipo Savana Arbustiva, cujo estrato graminoso é aproveitado muitas vezes como pastagem nativa em regime extensivo. Estes solos são desaconselháveis para o uso agrícola (BRASIL, 1982).²⁵

HIDROGRAFIA

A área do Parque e entorno englobam ao norte os córregos Água Fria e Estiva, afluentes do rio Quilombo. Já ao sul encontra-se o rio Coxipó com cachoeiras famosas como o "Véu de Noiva" e "Pedra Furada", e em seu tributário Independência têm-se as destacadas cachoeiras do "Sonrizar", "Pulo", "Degrau", "Malucos" e "Andorinhas". Na margem direita do rio Coxipó destacam-se os rios Claro e Mutuca e o córrego da Salgadeira. A leste destacam-se os rios Cachoeira e Acorá, afluentes do rio Quilombo, e a oeste os rios Coxipó-Açú, Machado e Bandeira e ribeirão Dois Córregos. Dentro do Parque nascem o rio Aricazinho e alguns dos seus afluentes, na região entre a Serra do Quebra-Gamela e a estrada Tope de Fita. Todos esses rios são formadores do rio Cuiabá, que por sua vez é um dos principais formadores do Pantanal Mato-grossense (GONÇALVES, 1995).²⁶

²⁵ BRASIL. (1982). Op. Cit.

²⁶ GONÇALVES, M. R. (1995) *Plano de Ação Emergencial: Parque Nacional de Chapada dos Guimarães*. Cuiabá – MT. 123 p.

VEGETAÇÃO

No Parque e região podem ser encontrados diferentes tipos de vegetação que provavelmente podem ser decorrência da diversidade climática. Dentre as tipologias encontradas destacam-se a Mata Semidecídua (mata de encosta e ciliar), Savana Arbórea Densa (cerradão), Savana Arbórea Aberta (cerrado), Savana Gramíneo Lenhosa (campo sujo), Savana Parque (campo cerrado) e Campo Cerrado Rupestre.

A *mata de encosta ou interflúvio* ocorre associada às áreas das cabeceiras dos rios perenes tributários do rio Cuiabá, como os rios Coxipó e Aricá-açu. Encontra-se limitada pelas escarpas estruturais do Planalto e em relevos acidentados, que promove uma maior variação pedológica, razões pelas quais a mata é entremeada por Savana Arbórea Aberta e Savana Parque e vai até os limites dos sopés da morraria (com altitudes médias em torno de 300 m). Apresenta árvores com portes médios de 20 m de altura, fuste retilíneo, que podem chegar até 30 m de altura. São encontradas espécies como jacareúba (**Qualea ingens**), uxirana (**Calophyllum brasiliense**), jatobá (**Hymenaea** sp.), pau d'óleo (**Copaifera langsdorffii**), angelim amargoso (**Vataireopsis speciosa**), pombeiros (**Tapirira guianensis**), palmeiras como o buriti (**Maurifia fleruesa**), bacaba (**Oenocaryus bacaba**) e o babaçu (**Orbignya oleifera**) e outras (FEMA, n.p.).

As *matas ciliares* sofrem variações de acordo com as condições de solo, topografia e características de drenagem. Apresentam como espécies arbóreas indivíduos com 20 a 30 metros de altura, sempre verdes, como **Licania sclerophylla**, **Hirtella gracilipes**, ingá (**Inga uruguensis**), Simarouba versicolor, cambará (**Vochysia pyramidalis**), **Emmotuns nitens**, **Byrsonima** sp., taxi-branco (**Sclerolobium paniculatum**), pindaíba (**Xylopia emarginata**), almecega (**Protium almecega**), pau-d'óleo (**Copaifera langsdorffii**), **Ficus** sp., e outras (FEMA, n.p.).

A *savana arbórea densa ou cerradão* apresenta quatro estratos distintos, isto é, o superior com indivíduos de 8 -10 m de altura, podendo atingir 12 m; o inferior com indivíduos de 5 -7 m de altura; o arbustivo com

alturas médias entre 2 e 3 m; e o herbáceo formado por indivíduos jovens de espécies lenhosas dispersos entre gramíneas, bromeliáceas, aráceas, etc. Dentre as espécies encontradas destacam-se o taxi-branco ou ajusta-contas (**Sclerolobium paniculatum**), olho-de-boi (**Dyospims sericea**), pau-terra (**Qualea grandiflora**), faveiro (**Pterondon polygaleofolius**), cumbaru (**Diptelyx atara**), aroeira (**Astronium urundeuva**), jatobá (**Hymenaea stigonocarpa**), sucupira (**Bowdichia virgilioi**), carvoeiro (**Callisthene fasciculata**) e bambuzais com a espécie mais freqüente **Guadua paniculata** (FEMA, n.p.)

A *savana arbórea aberta ou cerrado* é constituída por indivíduos arbóreos com altura que varia de 2 a 8 m de altura. No estrato herbáceo ocorrem gramíneas em tufos e adensamentos de bromeliáceas, apocináceas, anonáceas e sapindáceas, de acordo com a maior ou menor densidade de cobertura vegetal arbóreo-arbustiva, predominantes nos solos arenosos. Destacam-se as seguintes espécies arbóreas: pequizeiro (**Cariocar brasiliensis**), faveira (**Pterondon polygaleofolius**), ajusta-contas (**Sclerolobium paniculatum**), sucupira (**Bowdichia virgiloides**), muricis (**Birsonia coccolobifolia** e **B. crassifolia**), lixeira (**Curatella americana**), mangabeira (**Harconia speciosa**), cagaita (**Eugenia disenterica**), etc. Entre as subarborescentes destacam-se o cajuzinho (**Anacardium humile**), araticum (**Anona dioica**), **Palicourea coriacea**, **Helicifires sacarrolha**, **Cenostigma gardnerianum**, etc.

A *savana gramíneo lenhosa ou campo sujo* ocorre nas áreas de afloramentos rochosos, podendo mudar gradualmente para "campo limpo" nos morrotes, onde o estrato arbóreo é predominante na fisionomia local, e para "campo úmido" quando associados a solos hidromórficos. Com relação à composição florística é comum a ocorrência de pau-terra (**Qualea grandiflora**), semaneiras (**Byrsonima crassiflora**), muricis (**Byrsonima coccolobifolia**), para-tudo (**Tabebuia caraiba**), cactáceas e bromeliáceas, canela-de-erra (**Vellozia flavicans**), cambará (**Vochysia petraea**), renques de buritis, orquídeas, briófitas e pteridófitas (FEMA, n.p.).

A *savana parque* ou *campo cerrado* ocorre com estruturação de dois estratos, ou seja, com alturas de 1 a 4 m em média e o outro herbáceo, representado por gramíneas e ciperáceas, freqüentemente entremeadas por acantáceas, genitáceas e convolvuláceas. Esse tipo ocorre em grande extensão do Parque e no entorno da Baixada Cuiabana (FEMA, n.p.).

O *campo cerrado rupestre* surge sobre afloramentos rochosos em pequenas ilhas de vegetação em altitudes superiores a 800 m, com distribuição restrita a poucas áreas do Parque. Esta vegetação possui como composição principal as famílias Eriocaulaceae, Bromeliaceae, Iridaceae, Melastomataceae e Orquidaceae, com indivíduos não ultrapassando a 1 m de altura (FEMA, n.p.).”

Toda esta riqueza florística, faunística, paisagística e ecossistêmica, requer cuidados especiais de proteção e preservação que só podem ser adequadamente executados se pautados em estudos e planejamento baseados no conhecimento da dinâmica ambiental da região.

Procurando contribuir com este objetivo, o presente trabalho realiza o monitoramento ambiental e analisa a dinâmica das transformações ocorridas no território do Parque.

4.3 Método/ Fases do Trabalho

Síntese do método definido para este trabalho.

O fluxograma ora apresentado (fig. 10) é fruto dos estudos básicos preliminares, realizados ao longo deste trabalho, que visaram a embasar a definição das bandas a serem utilizadas, forma de tratamento, classificação e georreferenciamento das imagens de sensoriamento remoto.

Além disso, sumariza as análises geo-ambientais úteis no encaminhamento de estudos espaço-temporais que visam a subsidiar o processo de gestão ambiental de áreas a serem protegidas de forma especial.

FASE I – Estudos Básicos Preliminares Realizados

Esta fase do trabalho foi importante para tomada de conhecimento dos métodos básicos de tratamento e preparação de imagens para interpretação. Além disso, foi necessária para seleção das bandas a serem utilizadas no trabalho propriamente dito. Para este fim, inicialmente, foram utilizadas seis bandas (1, 2, 3, 4, 5, e 7) do LANDSAT-TM para serem avaliadas. Neste momento foi dada ênfase à correção geométrica, realce das bandas individualmente, composição de bandas das imagens, georreferenciamento e classificação multiespectral das imagens.

4.3.1 Pré-processamento digital das imagens

As operações de pré-processamento tiveram o objetivo de corrigir os erros radiométricos e/ou geométricos do processo de aquisição e, também, o de melhorar a qualidade da imagem.

A correção radiométrica não foi necessária, neste caso, porque os efeitos atmosféricos, por exemplo, cobertura de nuvens, não foram detectados.

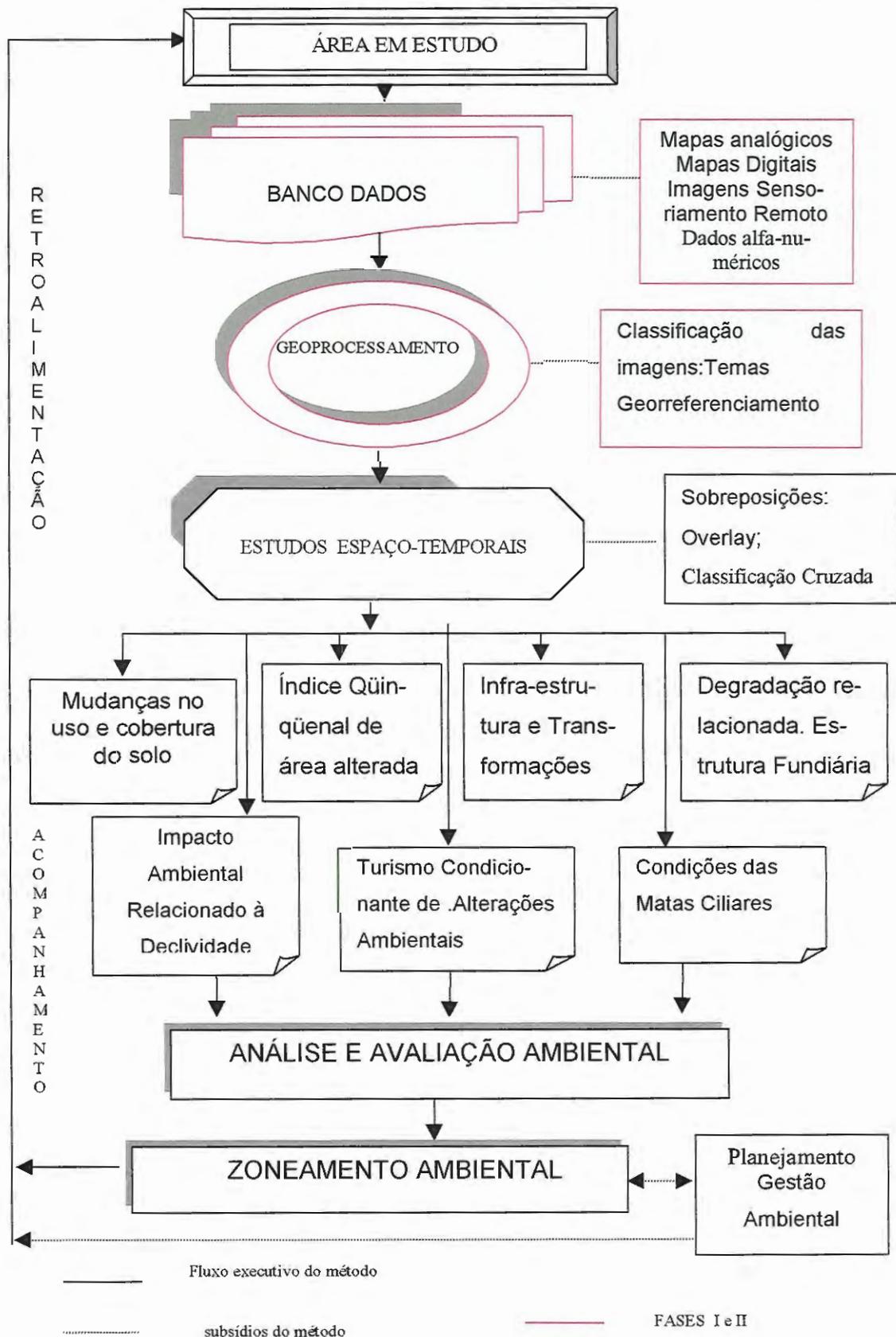


FIGURA 10 – Fluxograma do Método Aplicado no trabalho.

A correção geométrica e realce de imagens foram realizados da forma descrita nos itens a seguir.

4.3.1.1 Correção Geométrica

Quando das aplicações geométricas das imagens de teledetecção é exigida uma grande qualidade geométrica, tanto interna quanto externa.

A qualidade geométrica interna tem a ver com a fidelidade de reprodução da forma dos objetos. Esta é importante quando se pretende reconhecer os objetos na imagem à custa da sua forma (rios, ilhas, estradas, etc.), ou quando se pretende medir comprimentos ou áreas.

A qualidade geométrica externa de uma imagem diz respeito à precisão com que é possível sobrepor a imagem a uma outra representação plana da superfície terrestre, seja ela um mapa, carta ou outra imagem.

A correção geométrica das seis bandas da imagem, com reamostragem por vizinhos próximos, foi realizada pelo INPE.

Quando do recebimento das imagens executou-se a identificação de pontos em cada banda a fim de verificar a coincidência de localização dos mesmos em todas elas.

4.3.1.2 Adequação do formato (extensão) ao software a ser utilizado para obtenção dos dados e informações.

As imagens foram adquiridas no formato INPE.

O software utilizado, o IDRISI, exige imagens com formato 'IMG'.

Procedeu-se, então, a transformação do formato 'INPE' para o formato 'IDRISI' de duas maneiras:

a- primeiro, abriu-se a imagens no 'software' Paint Shop Pro 4, no formato 'RAW' de arquivo, com os seguintes dados: reader=512 bytes, 3584 colunas e 3200 linhas. Transformou-se as mesmas para o formato 'BMP' e as importou para o IDRISI através do módulo 'BMPIDRIS'.

b- segundo, transformou-se o formato 'INPE' para o formato 'TIFF' através do programa L2TIFF.EXE, fornecido pelo INPE. Importou-se para o IDRISI através do módulo 'TIFDRIS'. Procedimento detalhado anexo A.

Ambos os procedimentos mostraram-se igualmente eficientes. Não apresentaram considerável diferença na qualidade visual das imagens.

Contudo, optou-se por utilizar o último procedimento, por ser o indicado pelo INPE (fornecedor da imagens) para esta operação.

4.3.1.3 Preparação de imagens para interpretação visual

O realce de imagens relaciona-se à modificação de imagens para torná-las mais adaptadas à capacidade da visão humana - melhorar a interpretação visual – ou otimizar a análise automática.

Embora o âmbito das técnicas de realce de imagens seja amplo, o ‘contraste por estiramento’ (contrast stretch) , a ‘geração de composições’ (composit generation) e o ‘filtro digital’ (digital filtering) formam a espinha dorsal nesta área.

Neste caso, aplicaram-se as duas primeiras técnicas de modificações para melhorar a aparência das imagens, para interpretação e análise visual e automatizada.

A - Realce das bandas individualmente

Os sensores digitais têm um vasto alcance para acomodar a grande variação de valores de reflectância que podem ser encontrados em diferentes ambientes. Entretanto, há casos que em uma área ocorre uma estreita amplitude de valores. Então, a distribuição dos tons de cinza tende a ser assimétrica e a manipulação de contraste torna-se essencial para a análise visual.

A alteração de contraste consiste em uma operação de aumento de contraste mediante cálculo, para cada pixel, de um novo valor de intensidade de brilho, por meio de uma função linear ou não linear. Faz-se esta operação quando a imagem tiver níveis de cinza concentrados em torno de determinados valores, tornando difícil distinguir por análise visual diferentes objetos na imagem.

Na observação visual das imagens adquiridas para o presente trabalho, constatou-se que as mesmas apresentavam-se com qualidade imprópria para interpretação por visão humana.

Procedeu-se , então, a análise dos histogramas das imagens, através do módulo 'HISTO', para verificar a distribuição das resposta espectrais em cada uma das seis bandas.

A análise do histograma permitiu verificar se a informação está ou não concentrada em torno de um determinado valor, se tem ou não um baixo contraste. Pelo número de modas existentes no histograma pode se fazer uma primeira contagem dos principais tipos de ocupação do solo presentes na imagem.

Observou-se que, no caso das imagens utilizadas na presente fase do trabalho referem-se ao ano 1985 e as bandas possuem números com tendência a valores que representam tons de cinza mais escuros (conforme histograma-exemplo, fig. 11 (a)), ou seja, estão concentrados na parte inicial do eixo das abscissas do histograma, o que dificulta a análise visual.

Uma vez detectado, nos histogramas, o intervalo de maior concentração das respostas espectrais foi adotado este intervalo (tab. 4) para incrementar de forma linear o contraste visual das imagens, na opção 'Linear' do módulo 'STRETCH'.

Esta análise foi realizada para todas as bandas e os intervalo de valores adotados, para o 'estiramento' do histograma e conseqüentemente o realce da imagem, encontram-se na tabela 4.

TABELA 4 - Valores para o realce das imagens.

Ordem	Banda	Intervalo Histograma	Nome da imagem com realce
01	banda 1	50-75	B1st
02	banda 2	17-40	B2st
03	banda 3	15-40	B3st
04	banda 4	25-80	B4st
05	banda 5	30-105	B5st
06	banda 7	03-45	B7st

Pode-se verificar na figura 11 (b), a melhor condição visual da imagem após a equalização do histograma que se dá pela distribuição dos tons de cinza no intervalo de maior concentração no histograma.

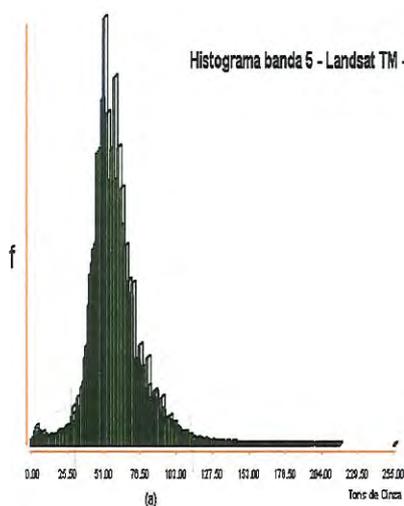


Imagem sem realce

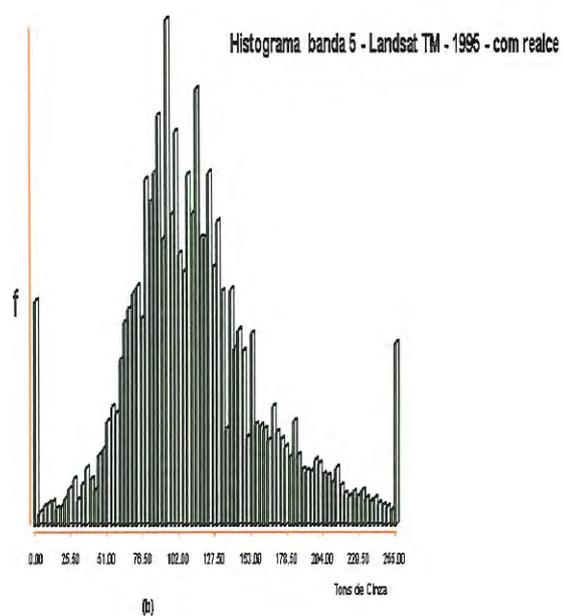


Imagem com realce

FIGURA 11 – Diferença entre Imagens com e sem Realce.

B - Composição de bandas

A composição é uma forma de realce de imagens bastante útil, permite visualizar simultaneamente a informação de três bandas do imageamento.

Utilizando-se o módulo 'COMPOSIT', efetuou-se a composição de bandas o qual possibilitou ver, a cores, as informações das reflectâncias de três bandas em uma só imagem.

Foram utilizadas os seguintes grupos imagens: 123, 235, 245, 247 e 345, que foram combinadas em diferentes ordens (Blue/Green/Red-BGR) e forma de realce, conforme visualizado nos exemplos na tabela 5:

Tabela. 5 - Exemplos de composições coloridas experimentadas.

Ordem	Nome imagem	Composição			Forma de realce.
		B	G	R	
01	COMP235	2	3	5	comp. stretch/linear
02	COMP235ST	2	3	5	comp. stretch/saturação 5%
03	COMP523	5	2	3	comp. stretch/linear.
04	COMP524	5	2	4	comp. stretch/linear
05	COMP123	1	2	3	comp. stretch/linear.
06	COMP123ST	1	2	3	comp. stretch/sat. 5%
07	COM12310	1	2	3	comp. stretch/sat. 10%
08	COMP345	3	4	5	comp. stretch/linear
09	COMP345ST	3	4	5	comp. stretch/sat. 5%
10	COMP543	5	4	3	comp. stretch/linear
11	COMP274	2	7	4	comp. stretch/linear
12	COMP427	4	2	7	comp. stretch/linear
13	COMP247	2	4	7	comp. stretch/linea

A seleção final da composição colorida, nesta fase do presente trabalho, recaiu sobre a COM345, uma vez que se pretende obter informações e dados sobre as transformações ocorridas na cobertura vegetal e desnudamento do solo, sendo esta composição a que apresentou melhor resultado para o caso de interpretação visual.

4.3.2 Definição das bandas a serem utilizadas

A definição das bandas a serem utilizadas foi um passo importante para a classificação temática das imagens em que se levou em conta a adequação de cada banda em mostrar os elementos da natureza a serem mapeados.

Este estudo foi baseado na consulta a trabalhos que utilizam geoprocessamento, escolha da melhor composição de bandas (realizado no item anterior), que melhor permitisse visualizar os temas da cena, no padrão de respostas espectrais e na análise de componentes principais (descritos a seguir).

4.3.2.1 Padrões de respostas espectrais.

Foram analisadas seis bandas das imagens do ano de 1985 para servirem de base para a seleção das bandas mais adequadas para o trabalho.

Procurou-se identificar as respostas espectrais, em cada uma das 6 bandas, dos tipos de cobertura do solo conhecidas.

Verificou-se, através da visualização das imagens na tela, que os valores das reflectâncias das bandas, para o mesmo tipo de cobertura do solo, são diferentes, embora dentro de uma faixa de valores próximas, conforme alguns exemplos visualizado na tabela 6.

Tabela. 6 - Respostas espectrais dos temas nas diferentes bandas

Bandas	Respostas Espectrais/Temas (*)		
	Água	A. Urbana	Vegetação
Banda 1	213, 225, 225 e 229	225, 225, 225 e 225	213, 213, 213 e 213
Banda 2	184, 200, 216 e 224	224, 240, 255 e 255	184, 184, 192 e 192
Banda 3	162, 162, 174 e 181	181, 199, 212 e 255	131, 137, 143 e 143
Banda 4	28, 28, 93 e 108	187, 191, 198 e 216	176, 176, 176 e 191
Banda 5	2, 7, 56 e 68	145, 192, 253 e 255	155, 157, 160 e 164
Banda 7	0, 0, 42 e 56	149, 177, 227 e 255	106, 106, 120 e 120
Intervalo	0 - 229	145 - 255	106 - 213

(*) Os valores da tabela refletem a gradação de tons de cinza variando de zero (preto) ao 255 (branco).

Nos valores da tabela 6 pode-se constatar que cada banda possui características específicas e representam os diversos elementos da natureza em diferentes intensidades de brilho/padrões de cores e qualidade visual. Em muitos casos, os valores das respostas espectrais são semelhantes ou mesmo coincidentes entre si. Isto, muitas vezes, leva à necessidade de um trabalho de campo ou a um conhecimento prévio da região para uma mais correta classificação temática.

Observou-se, ainda, que algumas bandas têm padrões de reflectâncias muito semelhantes entre bandas diferentes. Portanto, algumas delas foram descartadas, isto é, foram selecionadas algumas bandas para serem utilizadas nos estudos, sem prejuízo para as análises finais.

Cabe ressaltar que este procedimento veio a contribuir para reduzir os custos financeiros em termos de aquisição de imagens. Isto porque a aquisição dos grupos de imagens dos anos 1990 e 95 foram reduzidas de 6 para três bandas, ou seja, uma redução de aproximadamente 50% no custo final.

4.3.2.2- Análise de Componentes Principais

A fim de se definir as bandas com informações mais significativas para o estudo em questão e para eliminar as que contivessem informações repetidas entre si, efetuou-se a análise de componentes principais das mesmas.

A seleção das bandas 3, 4 e 5, através da análise de componentes principais, veio reforçar a escolha das mesmas bandas, realizada quando do estudo da composição colorida das imagens para análise visual.

Observou-se que quando se trata de trabalhos que requeiram conhecimento do tipo de cobertura do solo, as bandas 3, 4 e 5 do Landsat5-TM são as mais utilizadas, conforme exemplos a seguir:

- A avaliação da dinâmica ambiental de projetos de mineração na Amazônia através do geoprocessamento das bandas 3, 4 e 5, foi realizado por DUPAS (1997).
- O cerrado da porção noroeste da APA Corumbataí (SP) foi estudado, aplicando técnicas de geoprocessamento, por BARGUIL (1997).
- A estimativa de área plantada de culturas de relevante interesse para o Brasil tais como cana-de-açúcar, milho e soja foi realizada por MEDEIROS et al. (1996).
- O mapeamento de cobertura da terra na região de Ariquemes (RO-BR), com ênfase às florestas secundárias foi executado por ALMEIDA et al. (1996).

4.3.2.3 Bandas selecionadas

Como no presente trabalho a intenção foi monitorar as mudanças ambientais ocorridas na superfície do solo em termos de mensuramento e análise das interferências antrópicas, procurou-se detectar as bandas das imagens que melhor fornecessem condições de obtenção de dados para o mapeamento das temáticas de interesse.



A seleção das bandas foi baseada:

- a- nos resultados dos estudos/análises realizados nos itens anteriores do presente trabalho - composição de bandas, padrões espectrais, componentes principais (PCA),
- b- na experiência de outros pesquisadores e seus trabalhos;
- c- parâmetros da Tabela 7 que relacionam e descrevem as principais aplicações das bandas do satélite Landsat -TM.

A escolha final recaiu sobre as bandas 3, 4 e 5 sendo estas, então, utilizadas para a obtenção de dados e informações, bem como subsídios para o estudo das mudanças geo-ambientais no período 85/95 na região do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e seu entorno.

TABELA 7 - Bandas do satélite LANDSAT – TM5 e suas principais aplicações potenciais .

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL (μm)	APLICAÇÕES POTENCIAIS
1	0,45 - 0,52	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos batimétricos em regiões litorâneas. - Mapeamentos de superfície de água e materiais em suspensão. - Diferenciação solo/vegetação. - Monitoramento de plumas de fumaça.
2	0,52 - 0,60	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento de vegetação sadia pela reflectância da clorofila. - Medição quantitativa e qualitativa dos sedimentos em suspensão.
3	0,63 - 0,69	<ul style="list-style-type: none"> - Distinção das diferentes coberturas vegetais. - Delimitação de manchas urbanas. - Estudo do uso e ocupação do solo.
4	0,76 - 0,90	<ul style="list-style-type: none"> - Análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. - Mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos d'água. - Mapear vegetação e áreas que foram queimadas.
5	1,55 - 1,75	<ul style="list-style-type: none"> - Estresses de vegetação por desequilíbrio de água na cobertura foliar. - Estudo de estrutura urbana.
6	10,4 - 12,5	<ul style="list-style-type: none"> - Detectar propriedades térmicas do solo, rocha, planta e água. - Estudo de contraste térmico entre litologias. - Estudo micro climático.
7	2,08 - 2,35	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de formações superficiais. - Discriminação de produtos de alteração hidrotermal. - Estudo de argilas e rochas carbonáticas.

Fonte: Adaptado de CAMPBELL (1996)²⁷, NASA²⁸ (1984) e INPE (s.d)²⁹

²⁷ CAMPBELL, J.B. 1996. Preprocessing. Chapter 10 in *Introduction of Remote Sensing*. Second edition, the Guilford Press, New York, 662 p.

²⁸ NASA (1984). *LANDSAT data user notes*. Washington, USGS/EDC.

²⁹ INPE (s.d). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: *tabela*

FASE II – Interpretação e Georreferenciamento das Imagens

As imagens de geoprocessamento carregam informações sobre a superfície da terra baseado no registro da energia eletromagnética refletida pela vegetação, solo, água, rochas, estruturas, etc.

Para entender e interpretar as informações contidas nas imagens é necessário:

- a- conhecer o tema objetivo da interpretação;
- b- ter conhecimento específico da região geográfica imageada; e
- c- deter conhecimento de sistema de sensoriamento remoto para conhecer como cada imagem é formada e como os sensores fotografam a paisagem.

Só então as informações das imagens são interpretadas e classificadas em grupos temáticos (objetos, feições, áreas, etc.) de acordo com o interesse do estudo do intérprete/pesquisador. Para esta classificação existem métodos desenvolvidos e em uso corrente como os que foram utilizados a seguir.

4.3.3 Classificação multiespectral das imagens

A caracterização do solo da região em estudo foi realizada por métodos tradicionalmente utilizados em geoprocessamento, sendo produzidas imagens classificadas por classes espectrais (classificação não supervisionada) e por classes temáticas (classificação supervisionada).

De acordo com CAMPBELL (1996), a classificação digital de imagens é o processo de agrupamento dos "pixels" em classes. Isto é, por comparação dos "pixels" com identidades conhecidas, é possível constituir grupos de "pixel" similares em classes de categorias equivalentes, de acordo com o interesse do usuário dos dados de sensoriamento remoto.

Neste trabalho foram adotados dois tipos de classificação: não supervisionada e supervisionada, realizada através dos módulos e processos disponíveis no software IDRISI.

A - Classificação Não Supervisionada

No IDRISI a classificação não-supervisionada pode ser realizada no módulo denominado CLUSTER.

No presente trabalho, utilizou-se o módulo CLUSTER, porque usa a técnica da seleção dos picos do histograma, portanto, de fácil visualização e interpretação. Esta técnica é equivalente a procurar por picos em um histograma unidimensional, onde um pico é definido como um valor com frequência maior que seus vizinhos. Uma vez identificados os picos, todos os possíveis valores são atribuídos ao pico mais próximo. Então, a divisão entre classes tende a cair no ponto médio entre os picos.

O CLUSTER produziu uma classificação da imagem da composição colorida das bandas 3, 4 e 5 por classes espectrais e resultou em uma outra imagem (fig. 25) com sete classes espectrais. Isto levou a induzir que ocorreu uma generalização de classificação, pois de acordo com a interpretação visual, pelo menos nove classes de cobertura do solo foram detectadas.

Definiu-se, então, por utilizar estas informações como base para uma classificação temática representativa de objetos previamente definidos e escolhidos. Passou-se, então, a classificar as imagens de acordo com o método descrito e executado no item a seguir.

B - Classificação Supervisionada

A classificação supervisionada pressupõe um conhecimento prévio das características espectrais das classes temáticas que se pretende identificar na imagem.

Deste processo de classificação, resultou uma descrição temática da região representada na imagem, por meio da atribuição a cada "pixel" de uma designação que corresponde a um tema do mundo real.

Iniciando-se o processo de classificação, estabeleceram-se quais os temas a identificar na imagem e a sua divisão em subtemas, ou seja, estabeleceu-se o esquema de classificação e nomenclatura.

Foram selecionadas, na imagem, zonas designadas “ áreas de treino” de cada um dos temas a identificar em toda a imagem. Estas áreas de treino constituíram amostras representativas do tema, ou seja, contêm todas as características que o tema específico apresenta na zona em estudo.

C - Classificação temática final da área

Uma vez realizados os estudos básicos para a compreensão dos processos procedeu-se à classificação da área de acordo com o definido nos estudos e resumido na figura 11 .

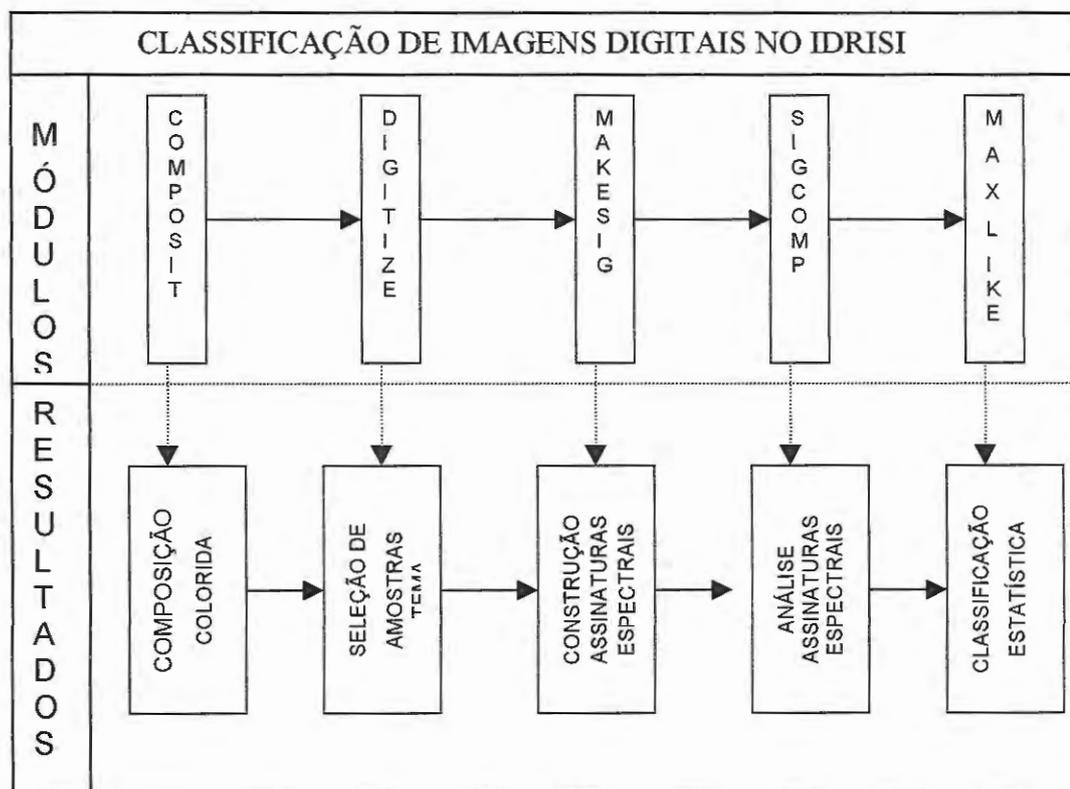


FIGURA 11 - Fluxograma da classificação de imagens digitais de sensoriamento remoto no Idrisi.

4.3.4. Georreferenciamento das imagens

O georreferenciamento tem como objetivo localizar a imagem no espaço de acordo com um sistema de coordenadas conhecido como por exemplo a UTM-Universal Transversal Mercator ou a Latitude/Longitude.

Para este trabalho se adotou o sistema UTM, pois fornece valores de distâncias em unidades métricas - metros, quilômetros - o que permite uma melhor compreensão física dos valores calculados e **conseqüentemente** dos resultados das análises.

Para localizar espacialmente as imagens à sua posição conhecida no terreno de acordo com o sistema de coordenadas de referência UTM (Universal Transversal Mercator) procedeu-se da seguinte maneira:

- a- Escolheu-se na imagem original, ano 1985, pontos facilmente identificáveis, tais como encontro de rodovias entre si, encontro de rodovias e rios e picos de morros;
- b- registraram-se os dados destes pontos em termos de valores de X (linhas) e Y (colunas);
- c- procuraram-se no mapa (topográfico/IBGE/1975/escala 1:100 000) os pontos correspondentes aos da imagem;
- d- registraram-se estes dados em termos de valores das coordenadas em UTM;
- d- no módulo 'EDIT' elaborou-se um arquivo, denominado arquivo de correspondências, contendo os pontos de referência da imagem original e do mapa, conforme tabela 8.
- e- utilizaram-se os dados do arquivo-correspondência, no módulo 'RESAMPLE', para execução final do georreferenciamento.

TABELA 8 - Valores das coordenadas para o georreferenciamento – mapa/imagem 1985.

Número pontos	Valores da imagem		Valores do mapa	
	X	Y	X	Y
01	2302.229	1707.113	628.9	8294.1
02	2002.250	2623.975	623.9	8322.8
03	2516.411	2279.360	637.8	8309.7
04	2354.861	2620.473	634.7	8320.8
05	2640.950	2429.410	642.3	8313.9
06	1682.151	1833.211	611.1	8300.7
07	1896.435	2130.621	618.9	8308.4
08	1632.757	2350.589	612.3	8316.2
09	1882.142	1718.155	616.5	8296.4

Para completar as informações necessárias para a execução deste módulo, isto é, o número de linhas e colunas, procedeu-se da seguinte forma:

a- identificaram-se o menor e o maior valores de X e Y dos pontos escolhidos no mapa, arredondou-se para mais em todos os casos, e estes valores 610 e 640, 8286 e 8322 foram adotados como os máximos e mínimos, X e Y, respectivamente;

b- calculou-se o número de linhas e colunas da seguinte forma:

b1- fez-se a diferença entre os máximos e mínimos valores de X (640-610) e Y (8322-8286);

b2. Multiplicou-se o resultado por 1000 para transformar para metros;

b3- e dividiu-se o resultado por 30 (resolução da imagem do Landsat -TM = 30 m), obtendo-se 1000 colunas 1200 linhas.

Através do módulo 'RESAMPLE', eliminando-se os pontos com resíduo de erro maiores, até que o 'Erro médio Quadrado-RMS³⁰' total apresentado fosse menor que 15 m, isto é, a metade do valor da unidade adotada, ou seja, metade da resolução da imagem, no caso 30 m. Segundo

EASTMAN (1997), o valor de RMS, dentro dos padrões anteriormente referidos, são considerados aceitáveis. No caso do georreferenciamento das imagens deste trabalho, o RMS foi de 6,282936 m, portanto, dentro dos padrões de aceitabilidade.

Para análises espaço-temporais é necessário que se tenha uma adequada superposição dos pixels das imagens das datas estudadas. Para isto, alguns autores preconizam que o erro médio de posicionamento no georreferenciamento das cenas seja inferior a 1 pixel. Assim, EASTMAN (1997) sugere que o erro médio entre os pontos de controle deve ser inferior a $\frac{1}{2}$ pixel. E, CROSTA (1993) diz que esse erro médio desejável deve ser mais ou menos 1 pixel. Enquanto NOVO (1992) preconiza que para que haja adequada sobreposição dos pixels da cena na data 1 com os pixels da mesma cena da data 2, o erro deve ser inferior a 1 pixel, quando se trabalha com dados do Landsat-TM.

Desta etapa de georreferenciamento mapa/imagem resultaram imagens, do ano de 1985, com as coordenadas em UTM.

³⁰ Erro Médio Quadrado ou Root-mean-square error - RMS é o cálculo da variação de medidas em relação aos reais valores.

4.3.5 Levantamento de Informações sobre o Monitoramento Ambiental Executado por Instituições Afetas à Proteção de Áreas Especiais

O levantamento de informações a respeito de instituições que utilizam o SIG e o Sensoriamento Remoto foi levado a efeito, com o intuito de tomar conhecimento a respeito das formas de monitoramento ambiental realizadas por instituições afetas a áreas especialmente protegidas.

Para tanto, fez-se uma pesquisa na *Internet* para o conhecimento do universo destas instituições.

Verificou-se na *homepage*: <http://www.iucn.org.themes/wcpa>, que existe uma listagem das instituições que desenvolvem trabalhos em áreas protegidas com os respectivos endereços. Esta *homepage* é mantida pela World Conservation Union -IUCN e a pela World Commission on Protected Area. A primeira tem a missão de estimular e assistir sociedades através do mundo, para conservar a integridade e diversidade da natureza e para garantir que todo uso dos recursos naturais seja equilibrado e ecologicamente sustentável. A segunda visa a promover no âmbito global o estabelecimento efetivo do manejo de áreas protegidas, terrestre e marinha, através de uma rede mundial de gestores voluntários e especialistas, criada em 1958.

Foram elaborados questionários - versão Português (Anexo B) e versão Inglês (Anexo C) - contendo questões sobre a realização e periodicidade de monitoramento de desmatamento, queimadas, poluição dos rios, além da utilização de SIG e de imagem de sensoriamento remoto como fonte de dados.

Os questionários foram enviados da Inglaterra - local da realização do período sanduíche - para 42 instituições brasileiras e 18 do Reino Unido (anexo D). Deste total, quatorze instituições brasileiras (tab. 9) e treze do Reino Unido (tab.10) devolveram os questionários respondidos e quatro correspondências retornaram devido à mudança de endereço. Cabe ressaltar que para as instituições brasileiras foram encaminhados, juntamente com o questionário, o envelope endereçado e selo para o retorno

do mesmo. Esperava-se, portanto, um maior número destas instituições com respostas.

TABELA 9 – Instituições do Brasil com execuções afetas às áreas especialmente protegidas que responderam ao questionário.

INSTITUIÇÕES	D	Q	P	S	I
1 - Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia. SEMAM/IBAMA. Goiânia – Go	n	n	n	n	n
2 - Superintendência do IBAMA no Estado de São Paulo. SP, SP (1)	n	n	n	n	n
3 - APA Cananéia-Iguape –Peruíbe . Iguape – SP. (2)	n	n	n	n	n
4 - Parque Nacional Sertão Vereda – São Francisco - MG	n	S(3)	n	n	n
5- APA Serra da Mantiqueira . Passa Quatro – MG	n	n	n	n	n
6- Instituto de Meio Ambiente (IMAC). Rio Branco - Acre	n	S(3)	n	S	S
7 - Instituto Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IMA). Manaus – Amazonas	S(4)	S(4)	n	S	S
8- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. Vitória - Espírito Santo	S	S(3)	n	n	n
9-Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). Cuiabá – MT	S(4)	S(4)	n	S	S
10- Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso do Sul	S(4)	n	S(4)	S	S
11- Departamento de Meio Ambiente (DMA). Belém – PA	S(4)	S(4)	S	S	S
12- Superintendência de Desenv. do Meio Ambiente (SUDEMA) João Pessoa – Paraíba	n	n	S(3)	n	n
13- Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ). RJ- RJ (5)	n	n	n	n	n
14 - Conselho Estadual de Meio Ambiente. Aracaju – Sergipe	S(6)	n	S	n	S

Obs1: D = (desmatamento), Q = Queimadas, P = Poluição de Águas, S = SIG, I = imagem de sensoriamento remoto.

Obs2: (1) fiscalização ativ. Secretaria de Meio Ambiente. (2) Trab. com dados coletados por outras instituições. (3) Coleta de dados in loco. (4) dados in loco e de sensoriamento remoto. (5) Em implantação geoprocessamento para cobertura do solo. (6) dados de sensoriamento remoto.

TABELA 10 – Instituições do Reino Unido com execuções afetas às áreas especialmente protegidas que responderam ao questionário.

INSTITUIÇÕES	D	Q	P	S	I
1 - The Countryside Commission. CHELTENHAM, UK	n	n	n	n	n
2 -The Countryside Commission for Scotland. PERTH, Scotland	S	n	n	n	n
3-Countryside Council for Wales. BANGOR, Wales ,UK (1)	n	n	n	n	n
4 - Dep. of Environ. Countryside and Wildlife Branch. BELFAST, Northern Ireland	n	n	S(2)	S	S(3)
5 - Dep. of Agriculture Forest Service. BELFAST, Northern Ireland	n	S	n	S(4)	n
6 - Forestry Commission. EDINBURGH, Scotland	S	S	n	-	-
7 - Joint Nature Conservation Committee. PETERBOROUGH,UK	n	n	n	n	n
8 - National Trust. LONDON , England.	n	n	n	n	n
9 - National Trust for Scotland. EDINBURGH, Scotland (5)	n	n	n	n	n
10 - Royal Society for the Protection of Birds. Bedfordshire, UK	n	n	n	S(6)	S(6)
11 - The Wildfowl and Wetlands Trust. GLOUCESTER, UK	n	n		n	n
12 - The Woodland Trust. GRANTHAM, Lincolnshire	n	n	n	n	n
13 – Scottish Council for National Parks. (7)	n	n	n	n	n

Obs1: D = (desmatamento), Q = Queimadas, P = Poluição de Águas, S = SIG, I = imagem de sensoriamento remoto.

Obs2: (1) ocasionalmente monitora um local específico de interesse científico. (2) Análise físico-química. (3) em pesquisas especiais. (4) Fase experimental. (5) Monitoramento biológico. (6) Utilizado para outros propósitos. (7) Estimula a criação de parques e respectivas regulamentações.

Algumas instituições enviaram prospectos, publicações e relatório de atividades, o que enriqueceu o conhecimento mais detalhado das mesmas e análise da questão monitoramento executado.

Como a idéia, neste caso, não é ser exaustivo, mas sim obter um panorama exemplificativo, a amostragem foi considerada para a análise desejada.

Observou-se que, no Brasil, os trabalhos de monitoramento de queimadas e desmatamento com utilização de imagens de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas estão ocorrendo, principalmente, na região Amazônica. Nas outras regiões, de maneira geral, a fonte de dados para este trabalho são coletadas "in loco". Constatou-se, também, que a maioria deste tipo de trabalho vem sendo realizado de forma sistemática há pouco mais de cinco anos, e que existem alguns em fase de implantação e experimental.

Nas instituições do Reino Unido, que responderam ao questionário, pôde-se perceber que quando ocorre o monitoramento das mudanças no ambiente, este é realizado em locais restritos atendendo a interesses específicos.

As instituições do Brasil e Reino Unido pesquisadas apresentam, em sua maioria, um caráter de promotores, planejadores e gestores político/administrativo/financeiro das ações que visam à proteção e à preservação de áreas e espécies de interesse socioambiental. Algumas delas desenvolvem atividades diversas à pesquisa, tais como: proteção e salvação de espécies do reino animal, restauração de hábitas, mudanças climáticas, poluição industrial, conforto e higiene de áreas construídas e programas de integração da população com a conservação da natureza.

Em ambos os casos o sistema de informações geográficas mais utilizado nos trabalhos são: ARC/INFO e ARC/VIEW para PC.

As imagens de sensoriamento remoto, como fonte de dados, começaram a ser utilizadas, recentemente com mais freqüência, embora por um número reduzido de instituições.

O cruzamento entre dados/informações para obtenção de parâmetros que permitam avaliações ambientais de diversas ordens raramente é realizado, pois em geral as instituições são centradas em temas específicos.

Em suma, com este sucinto, mas importante levantamento, pode-se perceber a necessidade do desenvolvimento de uma abordagem mais sistematizada para análises ambientais, que subsidiem a formulação e implementação de políticas para áreas a serem protegidas.

5 – ANÁLISES GEO-AMBIENTAIS APLICADAS AO ESTUDO DE CASO

5.1 Estudos e análises espaço-temporal

Existem evidências crescentes que os problemas causados pelo impacto antropogênico sobre a superfície do solo têm reflexos em todos os processos de mudanças ambientais globais.

Até pouco tempo, considerava-se que a degradação do ambiente representava ônus natural que teria de ser enfrentado pela coletividade em prol do progresso. Hoje, tal ponto de vista não está sendo mais admitido e sabe-se que a meta do desenvolvimento não será plenamente alcançada se esta estiver de se realizar em detrimento do meio ambiente.

Evidência em relação aos desastrosos efeitos da ordem mundial existente, caracterizada pelo não equitativo e do ambientalmente destrutivo capitalismo e posicionamento do desenvolvimento industrial, levou à universalização da consciência conservacionista, concretizada através de ações com utilização dos recursos naturais de forma racional.

Programas de controle da qualidade do meio ambiente tem sido realizado em todo o mundo, baseados, principalmente, na tentativa de evitar o uso irracional de água, solo, ar, flora e fauna.

A proteção ambiental é um dos maiores desafios de nosso tempo. Ações devem ser desenvolvidas para preservar o ambiente digno de ser vivido hoje e para futuras gerações.

Recentes avanços na teoria ambiental e de desenvolvimento têm enfocado o conceito de desenvolvimento sustentado, argumentando que o ambiente tem que ser visto como uma parte integrante de um desenvolvimento sustentável de longo prazo do que meramente como uma fonte a ser explorada ou direcionada para o desenvolvimento econômico.

Neste contexto, os estudos doravante apresentados visam a contribuir para um sistema de gestão ambiental de áreas especialmente protegidas,

onde o limite de capacidade de auto-regulação dos ecossistemas não sejam ultrapassados.

5.1.1 Alteração das características de uso e cobertura no parque e região

A – Dinâmica no Uso e Cobertura do Solo

Neste contexto, o termo *uso e cobertura do solo* é definido como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado, quer por aspectos naturais quer por atividades antrópicas.

Uma vez realizados os estudos básicos para compreensão dos processos envolvidos no geoprocessamento, procedeu-se a classificação do uso e ocupação do solo, a partir de constatações e observações realizadas nos itens anteriores deste trabalho, quais sejam:

- classificação supervisionada das imagens.
- divisão de uso e ocupação do solo adotado pela FEMA, com adaptações.
- utilização da máxima verossimilhança como algoritmo para classificação da imagem.
- adoção da ordem: *classificação* → *georreferenciamento*;
- georreferenciamento no *sistema mapa/imagem*.

Obteve-se daí, a informação quantitativa e qualitativa, referenciada geograficamente relativa às alterações de uso e ocupação do solo, com distribuição espacial ocorrida na superfície terrestre da região/parque em estudo, nos anos de 1985 (fig. 13), 1990 (fig. 14) e 1995 (fig. 15).

Cabe observar que os dados de 1985 se referem a um período antes da implantação do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães – PNCG. Portanto, quando das análises comparativas entre os dados do PNCG, estes foram utilizados para a análise do período antes e pós-implantação do parque.

Analisando os resultados numéricos obtidos para a região como um todo (tab. 9), percebe-se que houve a predominância da presença do Cerrado, em todas suas formas, sendo que este ocupou uma área de aproximadamente 470 km² em 1985 e 1990, e em 1995 apresenta uma

diminuição para cerca de 370 km². Isto representa um decréscimo de cerca de 10% da área de Cerrado na região, ou seja, de 43% em 1985 e 1990, para 34% em 1995, de um total de área de 1080 km².

Isto significa grandes perdas deste tipo de vegetação nativa da região, com conseqüências nefastas para o equilíbrio dos ecossistemas existentes.

Observa-se, ainda, na tabela 11, que houve um aumento constante da quantidade de áreas alteradas³¹, ou seja, 13,30% em 1985, 15,84% em 1990 e 20,57% em 1995, o que significa intervenções antrópicas ocorrendo continuamente na região na forma de agricultura, pecuária, garimpo, turismo e outros.

Constatou-se, além disso, na mesma tabela, a constante diminuição da mata de galeria em todos os períodos considerados.

TABELA 11 - Uso e ocupação do solo na região, no período 1985/1995.

Classes	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Cerrado Baixo	183.47	16.99	201.25	18.63	177.79	16.46
Cerrado	262.07	24.27	238.43	22.08	159.07	14.73
Área Artificializ.	143.63	13.30	171.05	15.84	222.14	20.57
Cerrado Alto	22.42	2.08	29.02	2.69	33.05	3.06
Mata Galeria	167.21	15.48	131.12	12.14	126.46	11.71
Mata Transição	174.18	16.13	150.75	13.96	243.06	22.51
Mata Encosta	74.73	6.92	136.76	12.66	80.21	7.43
Sombra	52.29	4.84	21.62	2.00	38.23	3.54
Total	1080.00	100.00	1080.00	100.00	1080.00	100.00

O retrato numérico descrito anteriormente é também visualizado nas figuras 16, 17 e 18, onde fica clara, principalmente, a presença do Cerrado predominando na paisagem de menores altitudes e o aumento significativo das áreas artificializadas.

³¹ Na classificação 'áreas alteradas' incluem-se todas as regiões afetadas por intervenções antrópicas, sejam elas estradas, agricultura, desmatamento, solos expostos, etc. Os termos 'áreas artificializadas', 'áreas alteradas' e 'áreas degradadas', são algumas vezes usados, neste trabalho, como sinônimos.

Outro ponto que chama a atenção nas imagens (principalmente a de 1990), é que outro tipo de vegetação parece ter sido classificado como matas de encostas. Pois, provavelmente suas respostas espectrais se aproximam em valores, sendo então classificadas como um tipo só. Isto leva a inferir que a classificação de outras classes de uso do solo foram também 'mascaradas' pela coincidência de valores espectrais.

A fim de verificar se o parque está cumprindo seu papel enquanto área de preservação, compararam-se os dados da região do entorno com os do PNCG isoladamente.

Observou-se que a área do PNCG apresentou, em relação ao Cerrado, o mesmo padrão de comportamento da região como um todo, visualizado nas imagens Fig 16, 17, 18, ou seja, uma predominância deste tipo de mata nativa. Percentualmente (tab. 12), os anos de 1985 e 1990, foram idênticos – cerca de 44,65% - , embora tenham apresentado uma distribuição espacial diferenciada. Em 1995 houve um decréscimo para aproximadamente 36% de cobertura, por Cerrado. Torna-se interessante saber de que forma esta diminuição ocorreu a fim de verificar qual a intensidade do dano causado.

No item "áreas alteradas", da mesma tabela, houve um acréscimo na degradação de 1985 para 1990, e um decréscimo de 1990 para 1995. O que representa uma melhoria significativa no padrão de cobertura vegetal na área do parque ao longo do tempo.

De maneira geral, pode-se dizer que o parque apresenta melhor padrão nas características de uso e ocupação do solo, uma vez que se constata uma franca regeneração em suas diversas classes de vegetação.

Cabe observar que os dados referentes ao período, após a implantação do PNCG, apresentam uma evolução positiva no sentido da preservação já que se observa um aumento dos diversos tipos de cobertura do solo em detrimento da artificialização da área.

TABELA 12 - Uso e ocupação do solo no PNCG, no período 1985/1995.

Classes	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Cerrado Baixo	67.99	20.88	67.68	20.79	60.56	18.60
Cerrado	73.16	22.47	72.22	22.18	51.54	15.83
Área Artificializ.	34.57	10.62	47.70	14.65	37.98	11.67
Cerrado Alto	4.23	1.30	5.48	1.68	6.08	1.87
Mata Galeria	39.77	12.21	30.52	9.38	29.57	9.08
Mata Transição	54.51	16.74	44.89	13.79	83.90	25.77
Mata Encosta	25.51	7.84	44.38	13.63	35.51	10.91
Sombra	25.83	7.93	12.69	3.90	20.43	6.28
Total	325.57	100.00	325.57	100.00	325.57	100.00

Fica ainda, nas imagens anteriormente referenciadas, a questão da separação das classes de uso e ocupação do solo, sendo que, no parque, se evidencia visualmente, que as Matas de Transição entre Cerrado e Mata de Galeria sofreram interferência de outras categorias quando de sua classificação.

Com o intuito de detectar as alterações no uso do solo ocorridas de uma data para outra, bem como quantificar estas modificações, foi realizada, no item a seguir, a classificação cruzada das áreas alteradas com os diferentes tipos de cobertura de solo.

Para fins de constatação, analisou-se a região em estudo retirando-se a área pertencente ao PNCG. Observou-se uma diferença de valores de cerca de 1% deixando de ser significativa, neste caso, estudos comparativos desta ordem.

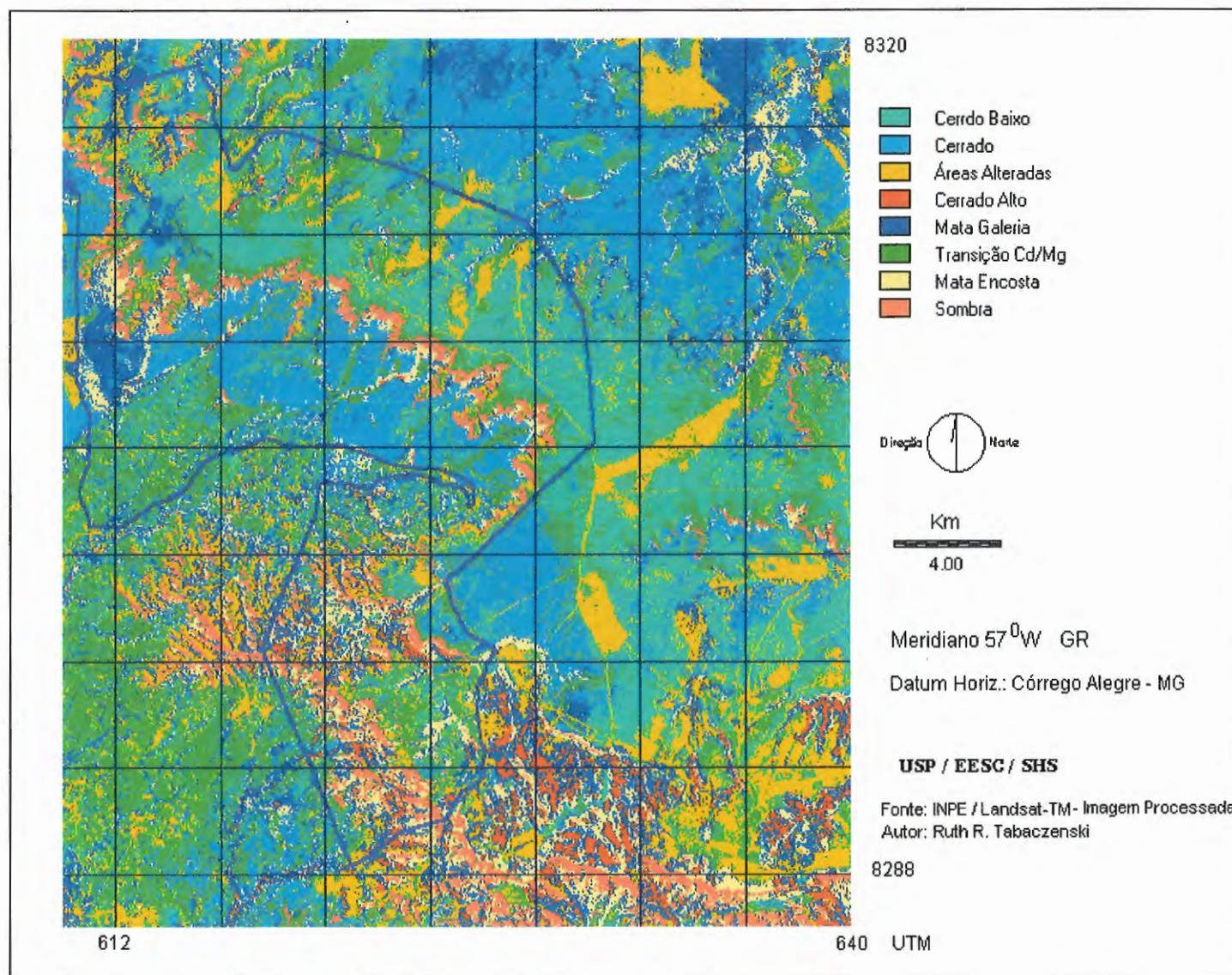


FIGURA 13 – Uso e cobertura do solo, na região, em 1985.

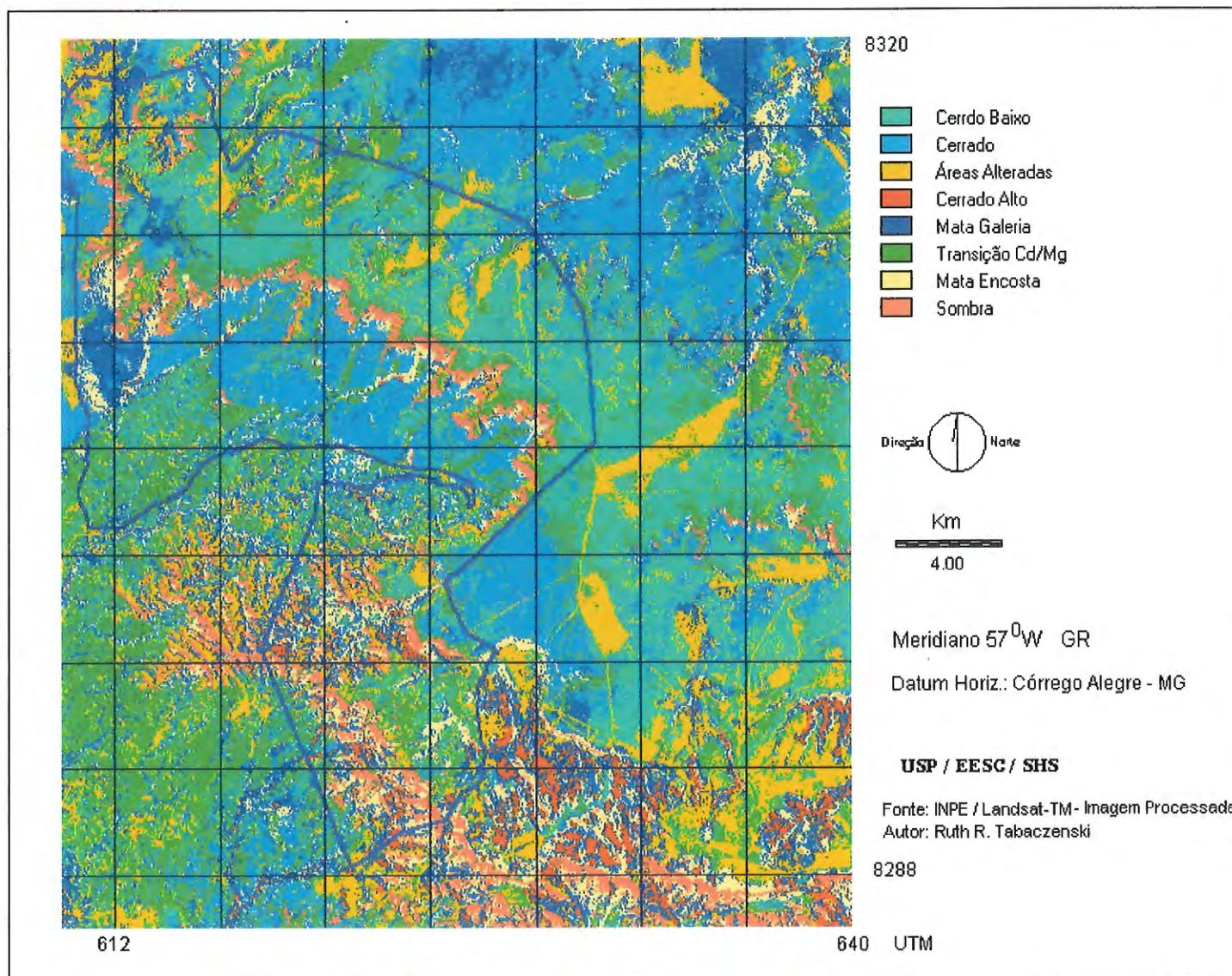


FIGURA 13 – Uso e cobertura do solo, na região, em 1985.

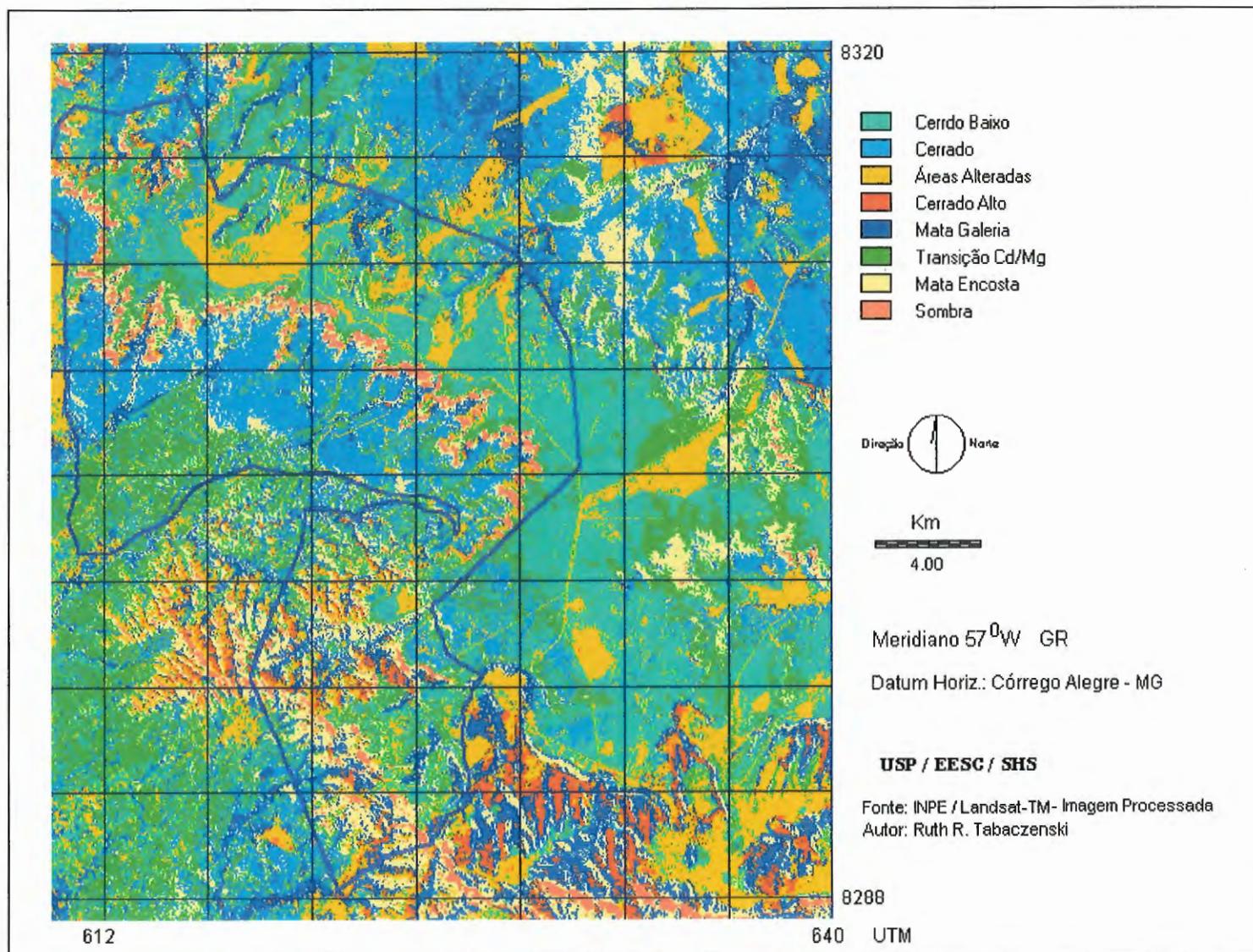


FIGURA 14 - Uso e cobertura do solo, na região, em 1990.

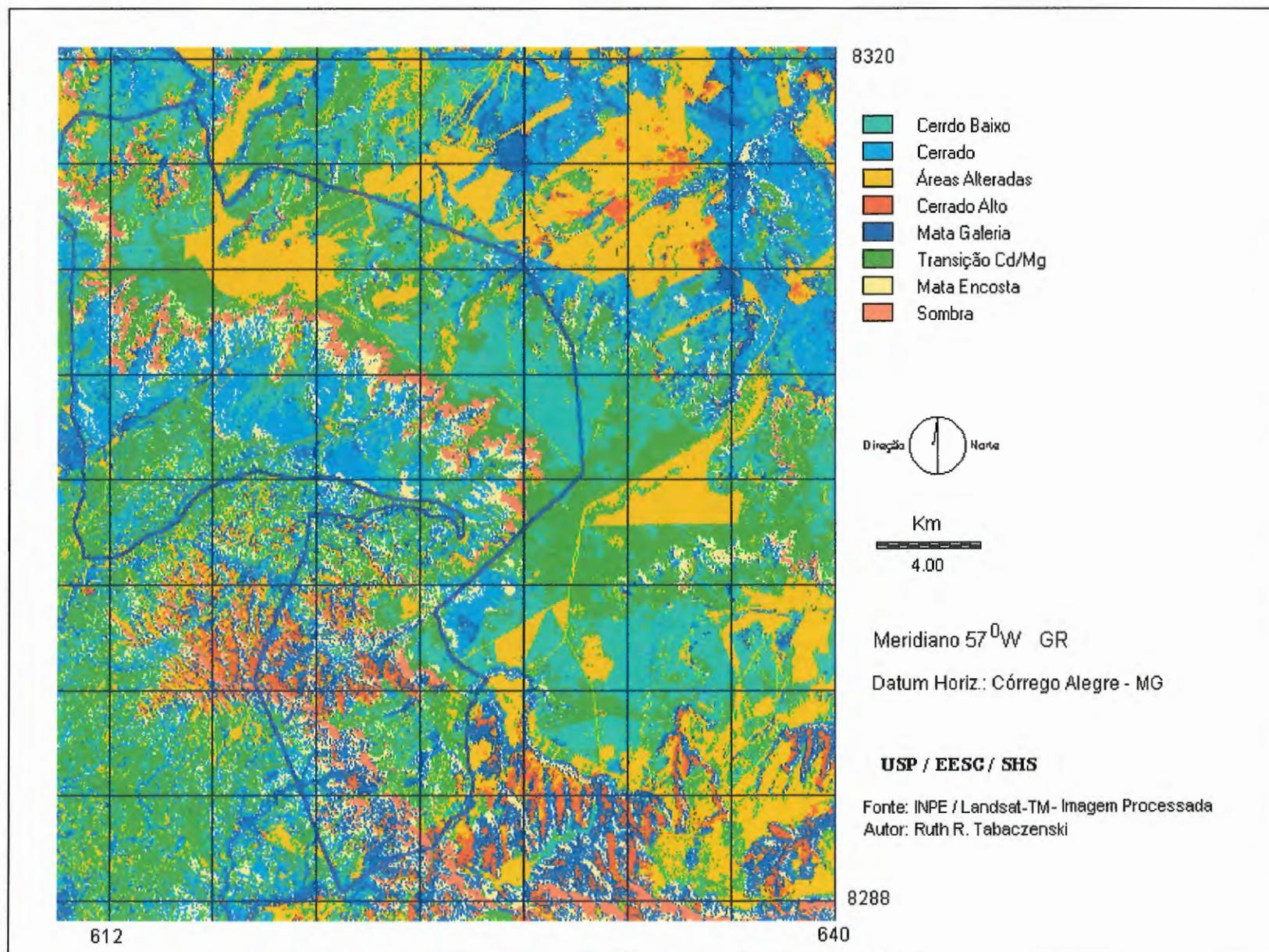


FIGURA 15 - Uso e cobertura do solo, na região, em 1995.

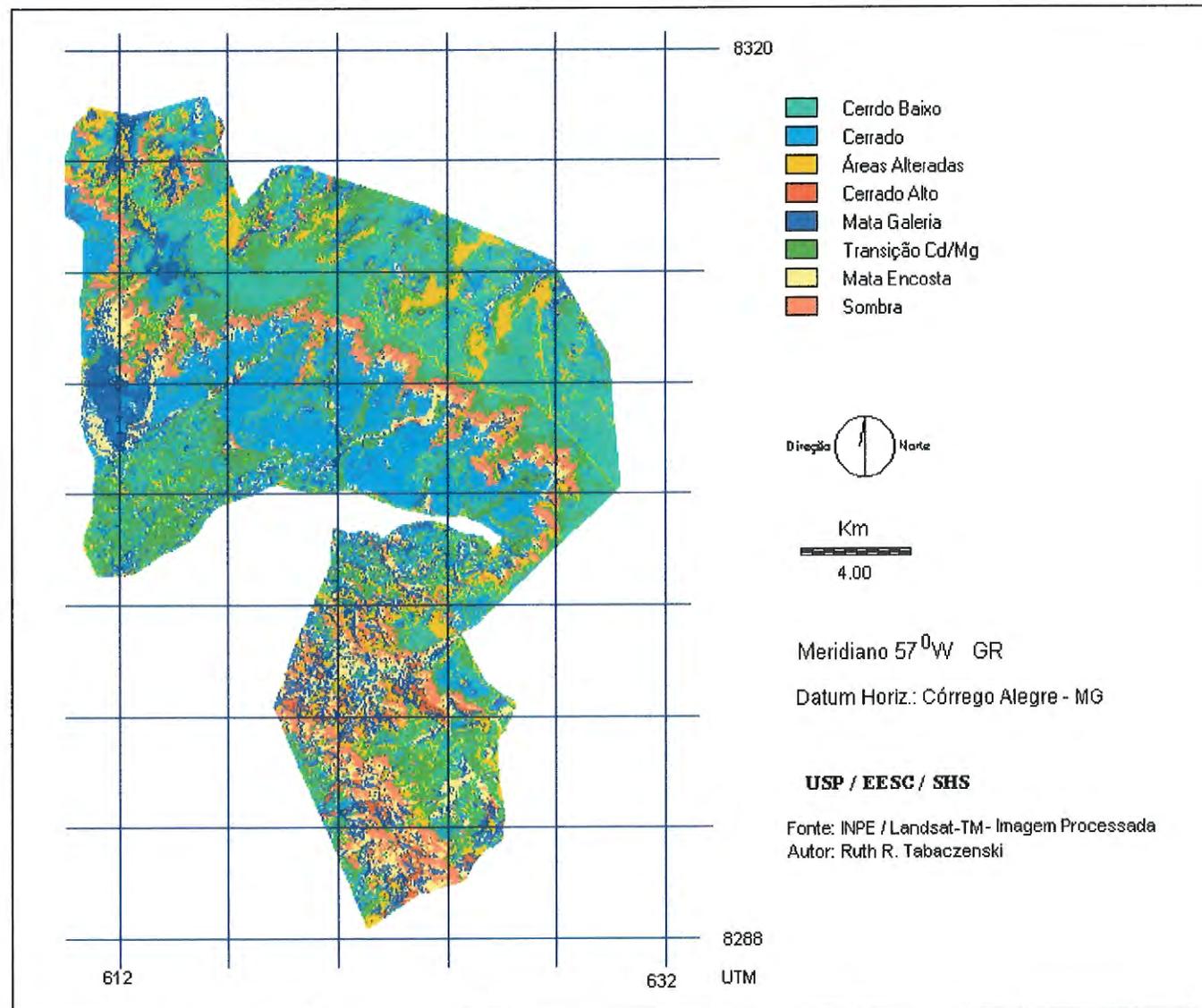


FIGURA 16 - Uso e cobertura do solo, no PNCG, em 1985.

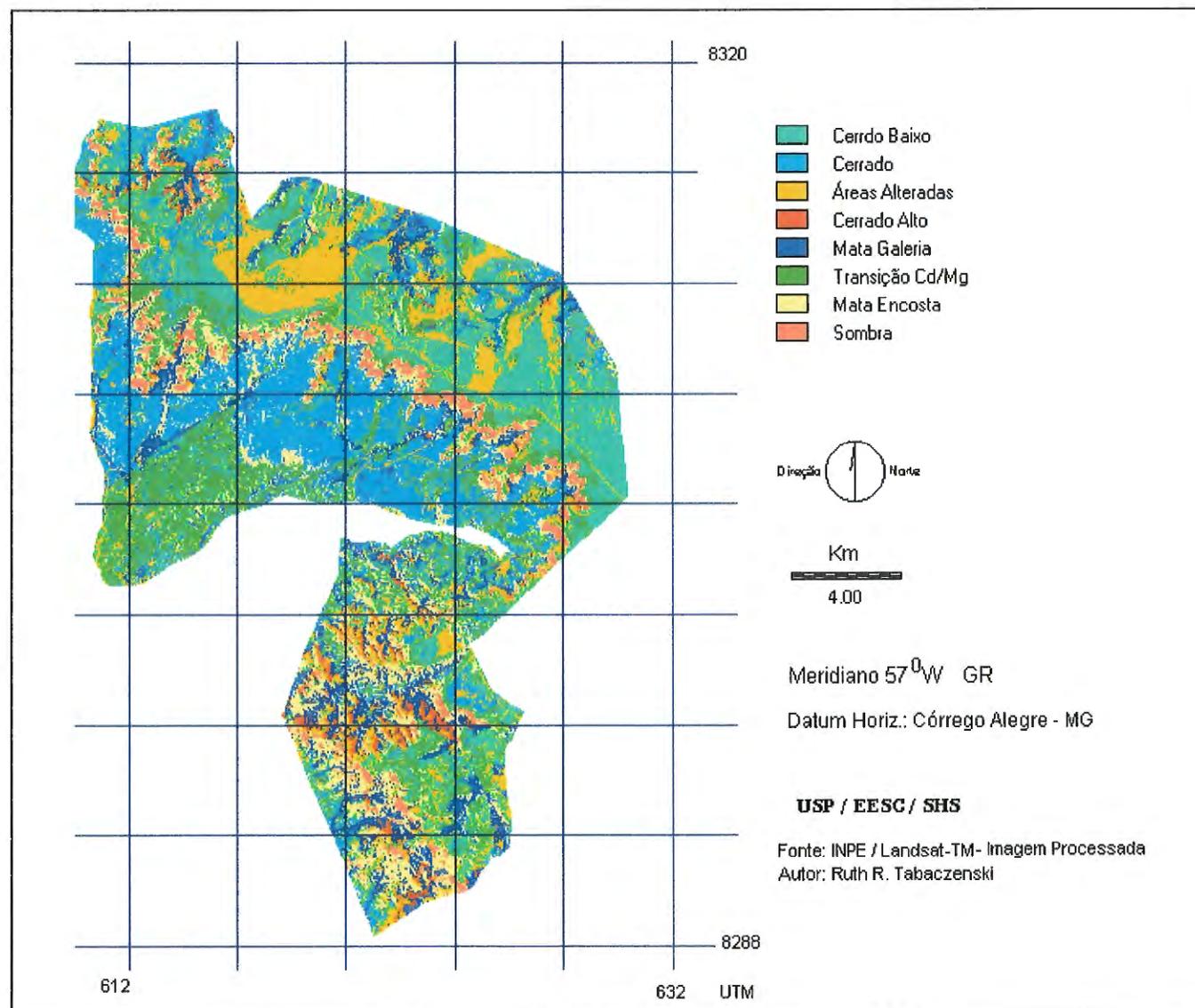


FIGURA 17 – Uso e cobertura do solo, no PNCG, em 1990.

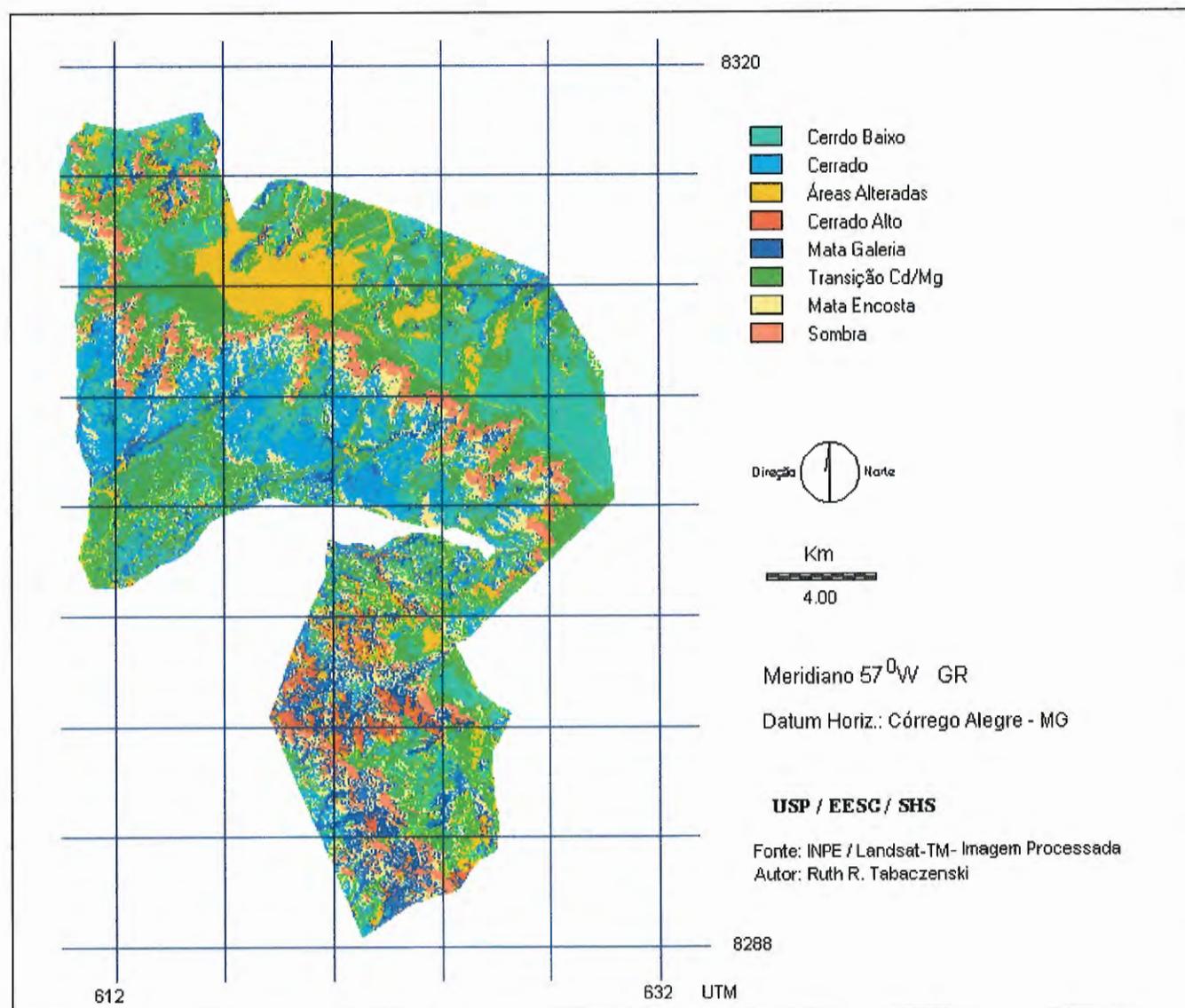


FIGURA 18 – Uso e cobertura do solo, no PNCG, em 1995.

B - Análise das Alterações por Tipo do Uso e Ocupação do Solo

Visando a facilitar a análise das mudanças ocorridas, os diferentes tipos de Cerrado foram englobados em uma única classe – “Cerrados”- .

Analisaram-se as alterações ocorridas, em cada uma das classes de cobertura do solo resultantes, através da classificação cruzada (CROSSTAB) dos dados das imagens.

Cerrado

Quanto ao Cerrado, observa-se, na região, que do seu total de 467,96 km² em 1985 (tab. 13), 11,91% da área sofreu alterações no período 1985/90. As alterações foram progressivas no período seguinte - 1990/95 - aumentando para 17,52% (tab.14). Ao considerar a década 1985/1995, constata-se um total de 18,76% (tab. 15) da área de Cerrado foram alteradas.

Na figura 19, podem-se visualizar estas características. Verifica-se, ainda, que os Cerrados foram alterados mais a noroeste da região no período 85/90, concentram-se mais ao norte de 1990 para 1995 e aparecem mais homoganeamente distribuídos na década 85/95.

No PNCG, as alterações das áreas de Cerrado ocorreram em menor intensidade, conforme dados das tabelas 16, 17 e 18; estas porcentagens foram de 12,95%, 7,42% e 9,56% respectivamente aos períodos 85/90, 90/95 e 85/95.

Na figura 20, pode-se verificar que a concentração de transformações nas áreas de Cerrado situaram-se ao norte e oeste do parque, nos períodos considerados.

TABELA 13. Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1990	(1)	252,39	53,88	146,93	31,40	40,93	28,50	440,25
	(2)	157,21	33,56	265,30	56,69	46,19	32,16	468,70
)	58,81	12,56	55,73	11,91	56,51	30,34	171,05
	T	468,41	100,00	467,96	100,00	143,63	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²

TABELA 14 - Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	267,22	60,70	167,87	35,82	52,88	30,91	487,96
	(2)	117,48	26,69	218,70	46,66	33,72	19,72	369,14
	(3)	55,55	12,62	82,13	17,52	84,45	49,37	222,14
	T	440,25	100,00	468,70	100,00	171,05	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²

TABELA 15 - Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	285,75	61,00	163,00	34,83	39,21	27,30	487,96
	(2)	124,67	26,62	217,18	46,41	28,06	19,53	369,91
	(3)	57,98	12,38	87,78	18,76	76,37	53,17	222,14
	T	468,41	100,00	467,96	100,00	143,63	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²

TABELA 16 - Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.

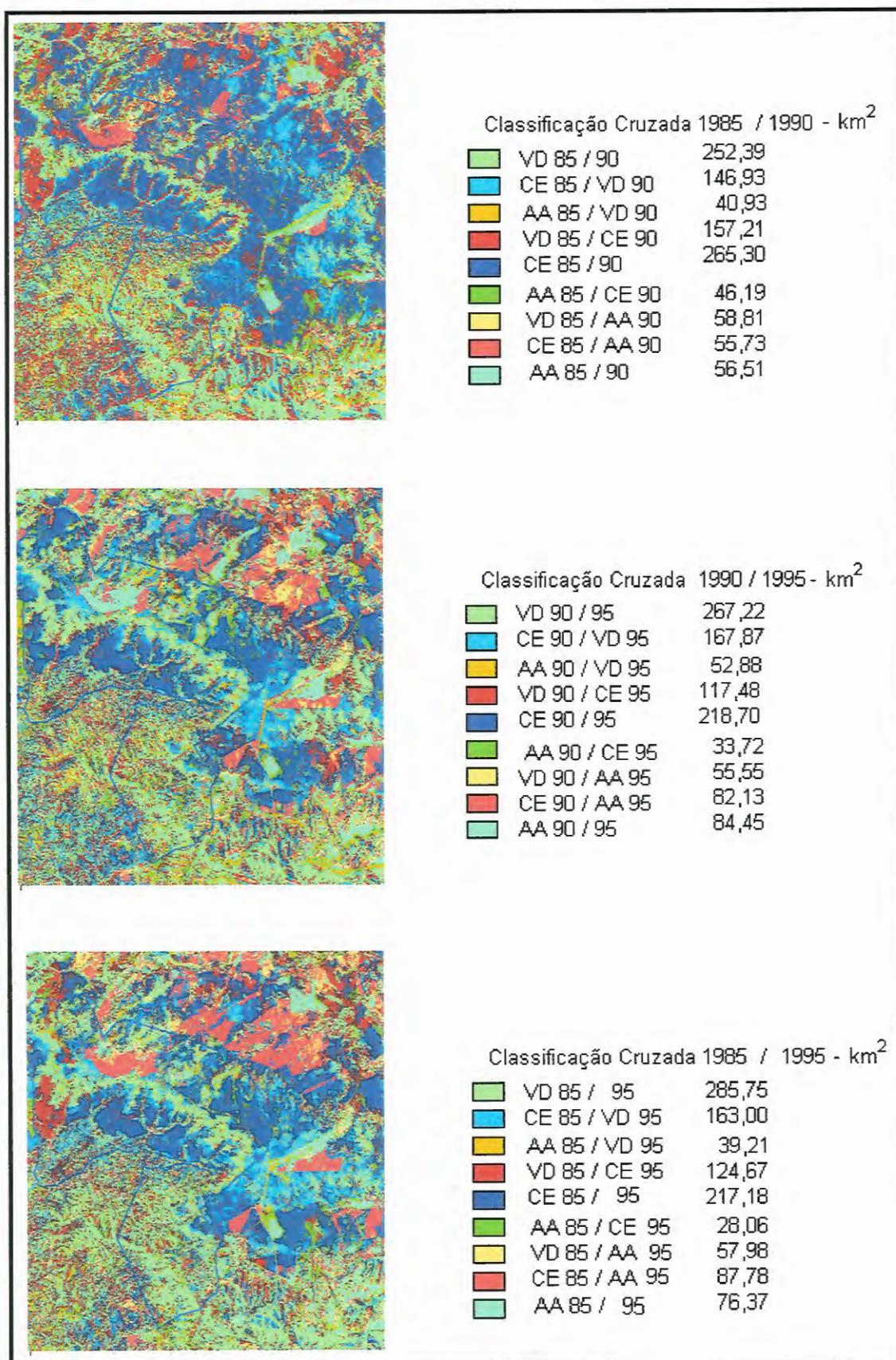
		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 0	(1)	81,06	55,67	40,48	27,84	10,95	31,67	132,49
	(2)	48,05	33,00	86,08	59,21	11,25	32,54	145,38
	(3)	16,5	11,33	18,83	12,95	12,37	35,78	47,7
	T	145,61	100,00	145,39	100,00	34,57	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²

TABELA 17 - Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	93,42	70,52	58,44	40,20	17,54	36,76	169,40
	(2)	30,73	23,20	76,16	52,39	11,3	23,68	118,19
	(3)	8,33	6,29	10,78	7,42	18,87	39,55	37,98
	T	132,48	100,00	145,38	100,00	47,71	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²



Obs: CE = Cerrado; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas
 FIGURA 19 - Classificação Cruzada de Cerrado e Áreas Alteradas na Região.

TABELA 18 - Matriz da Classificação Cruzada do Cerrado e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1995	(1)	99,96	68,65	56,7	39,00	12,74	36,85	169,40
	(2)	36,27	24,91	74,79	51,44	7,13	20,62	118,19
	(3)	9,38	6,44	13,90	9,56	14,7	42,52	37,98
	T	145,61	100,00	145,39	100,00	34,57	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Cerrado; (3)= Áreas Alteradas. (*) km²

Matas de Galeria.

As Matas de Galeria, da região, que totalizavam 167,21 km² em 1985, tiveram 12,82 % (tab. 19) do seu total alterado de 1985 para 1990, isto quer dizer que 21,43 km² passaram por intervenções antrópicas que alteraram seu estado natural. Este índice decresceu para 13,94% (tab. 20) no período 90/95. Ao considerar a década 85/95 verifica-se que este índice foi de 15,80% (tab. 21) ou seja 26,42 km² Mata de Galeria exploradas.

O PNCG apresenta índices mais baixos (tabelas 22, 23 e 24), ou seja, 11,37%; 8,72% e 7,07 %, respectivamente aos períodos considerados.

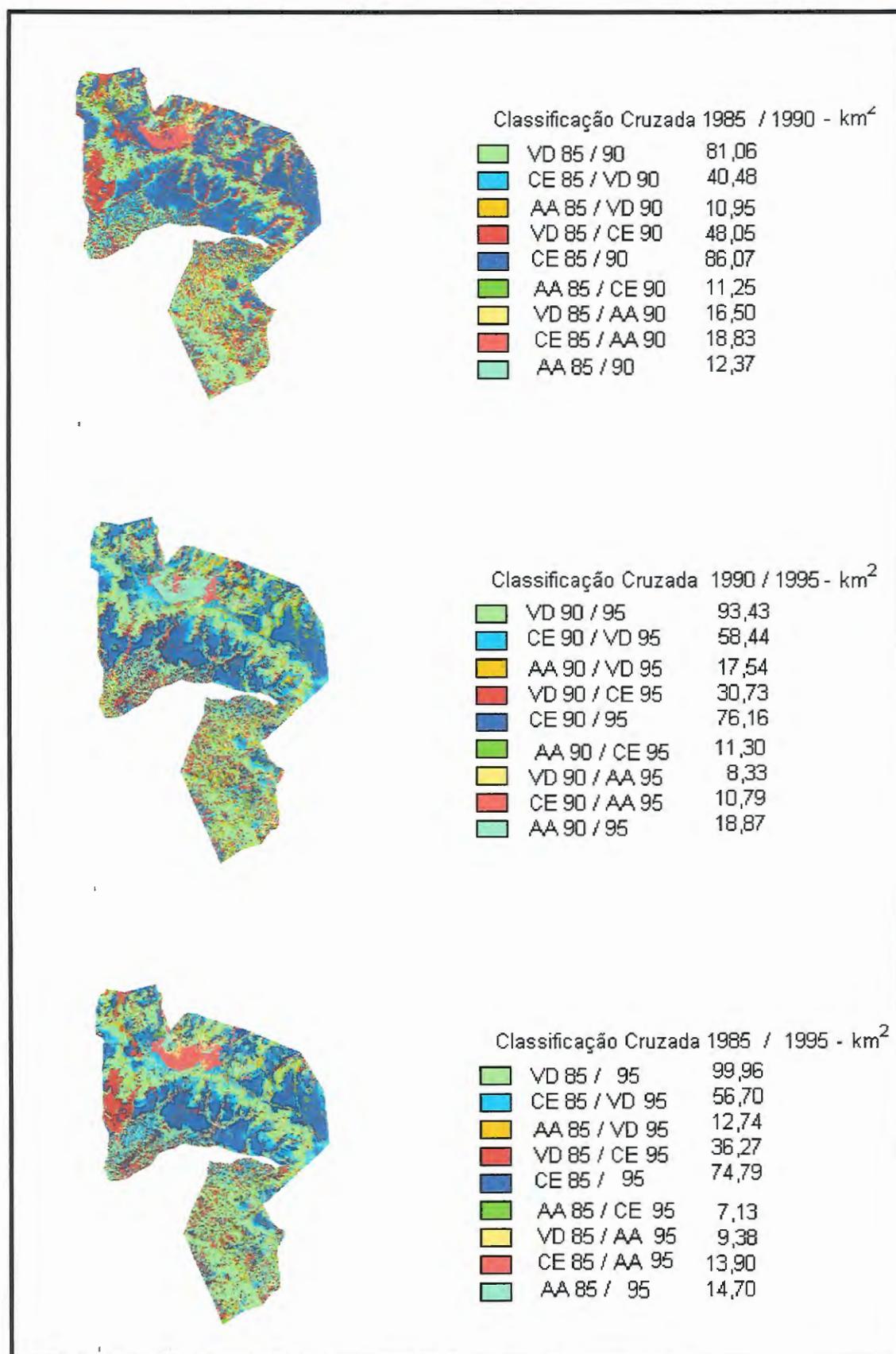
Por outro lado, verifica-se na figura 21, que cerca de 13,48% de áreas alteradas foram recuperadas, formando uma Mata de Galeria Secundária em 1990. No período 90/95 esta recuperação foi da ordem de 14,41 km² e na década 85/95 foi de 8,1 km².

Na área do PNCG, figura 22, tem-se que as Matas de Galeria foram recuperadas em 2,93 km², 3,26 km² e 1,63 km², respectivamente aos períodos analisados.

TABELA 19 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área	%	Área	%	Área	%	
1990	(1)	600,89	78,12	73,64	51,27	103,3	61,78	777,83
	(2)	93,10	12,10	56,51	39,34	21,43	12,82	171,04
	(3)	75,17	9,77	13,48	9,39	42,48	25,41	131,13
	T	769,16	100,00	143,63	100,00	167,21	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²



Obs: CE =Cerrado; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas
 FIGURA 20 - Classificação Cruzada de Cerrado e Áreas Alteradas no Parque.

TABELA 20 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	590,65	75,94	72,19	42,20	68,56	52,29	731,40
	(2)	119,41	15,35	84,45	49,37	18,28	13,94	222,14
	(3)	67,77	8,71	14,41	8,42	44,28	33,77	126,46
	T	777,83	100,00	171,05	100,00	131,12	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²

TABELA 21 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	583,91	75,92	59,16	41,19	88,33	52,83	731,40
	(2)	119,35	15,52	76,37	53,17	26,42	15,80	235,49
	(3)	65,9	8,57	8,1	5,64	52,46	31,37	126,46
	T	769,16	100,00	143,63	100,00	167,21	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²

TABELA 22 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.

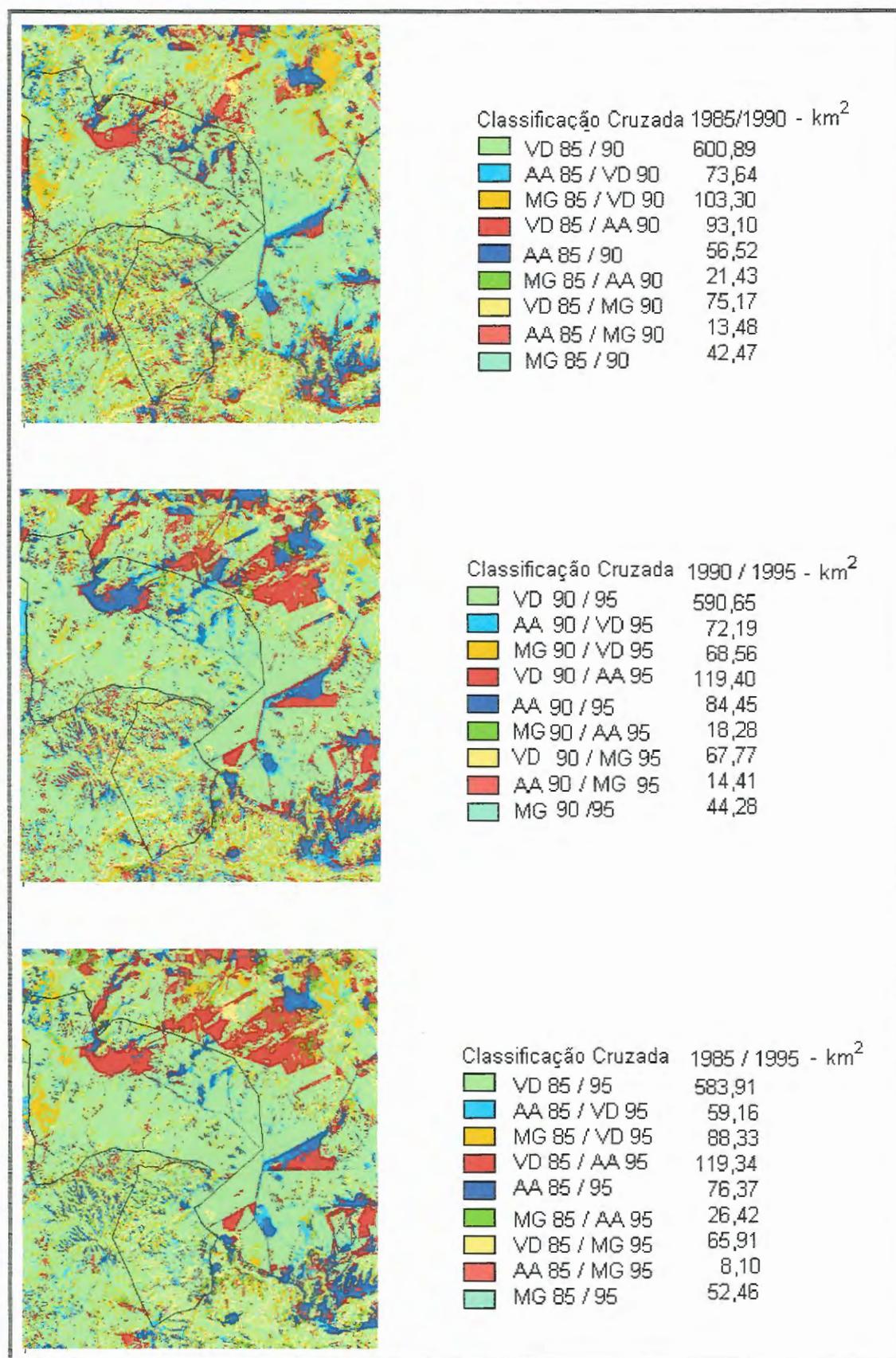
		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 0	(1)	200,78	79,92	19,27	55,74	27,3	68,64	247,35
	(2)	30,81	12,26	12,37	35,78	4,52	11,37	47,70
	(3)	19,64	7,82	2,93	8,48	7,95	19,99	30,52
	T	251,23	100,00	34,57	100,00	39,77	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²

TABELA 23 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	213,05	86,13	25,57	53,61	19,4	63,56	258,02
	(2)	16,46	6,65	18,87	39,56	2,66	8,72	37,99
	(3)	17,84	7,21	3,26	6,83	8,46	27,72	29,56
	T	247,35	100,00	47,7	100,00	30,52	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²



Obs: MG =Mata Galeria; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas.

FIGURA 21 - Classificações Cruzadas de Mata Galeria e Área Alterada na Região.

TABELA 24 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Galeria e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 5	(1)	214,61	85,42	18,24	52,76	25,17	63,29	258,02
	(2)	20,47	8,15	14,7	42,52	2,81	7,07	37,98
	(3)	16,15	6,43	1,63	4,72	11,79	29,65	29,57
	T	251,23	100,00	34,57	100,00	39,77	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Galeria. (*) km²

Matas de Encosta.

Em relação às Matas de Encosta presentes na região tem-se que 9,62% foram alteradas no período 1980/90; 11,80% de 1990 para 1995 e 4,13% na década 85/95, conforme dados das tabelas 25, 26 e 27 respectivamente.

Na área do PNCG, as Matas de Encosta sofreram alterações, conforme tabelas 28, 29 e 30, da ordem 7,45% no período 85/90; 4,75 de 1990 para 1995 e de 1,25% na década 85/95.

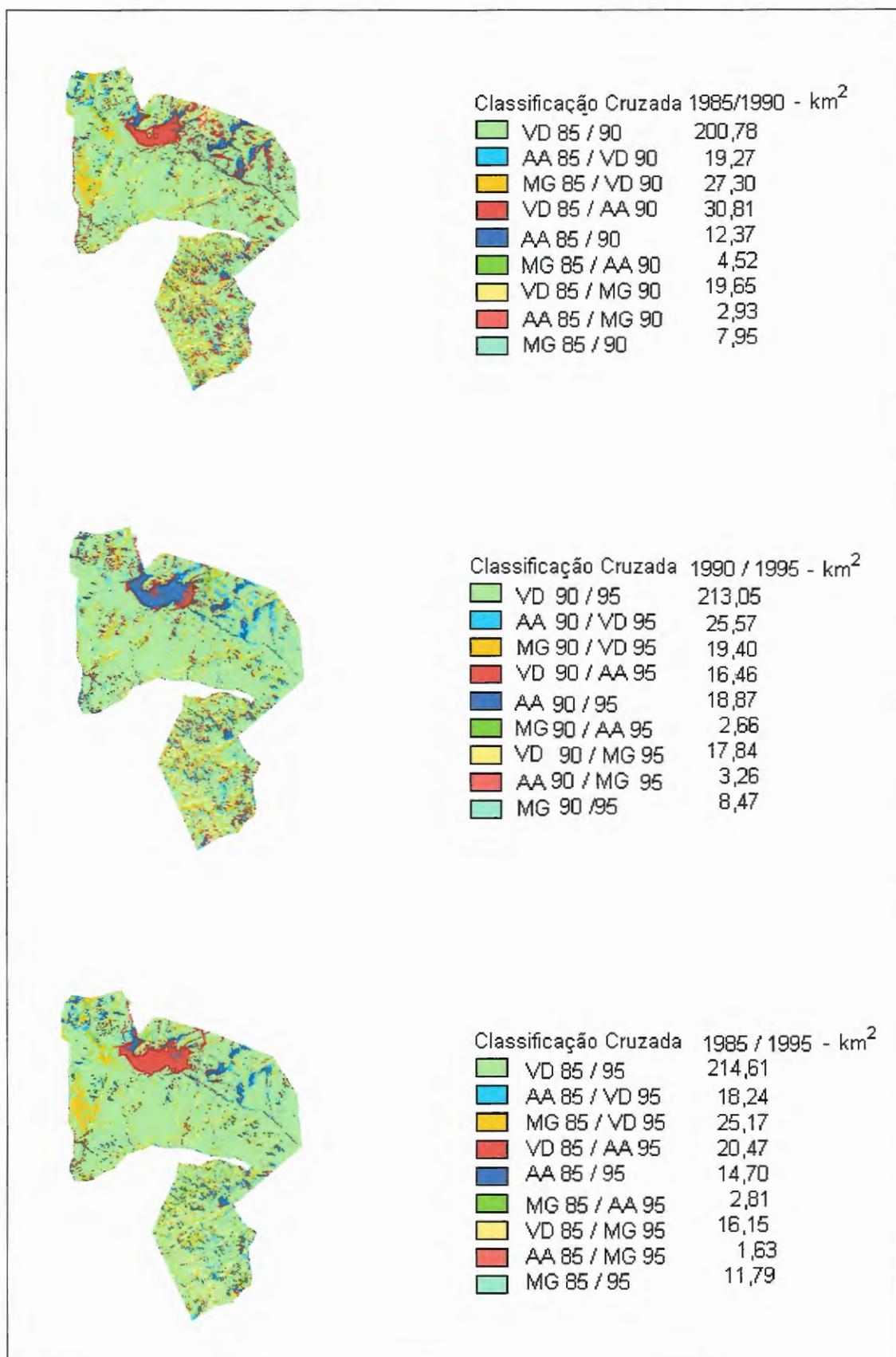
Observa-se, dos dados, que as alterações das Matas de Encosta no PNCG foram decrescentes nos períodos considerados, enquanto na região como um todo os dados foram oscilantes.

Na figura 23, que representam a região como um todo, e na figura 24, que configura o PNCG a análise, esta classe de cobertura do solo ficou prejudicada pela difícil visualização desta classe temática.

TABELA 25 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1 9 9 0	(1)	648,89	75,31	76,69	53,39	46,61	62,38	772,19
	(2)	107,34	12,46	56,52	39,35	7,19	9,62	171,05
	(3)	105,41	12,23	10,43	7,26	20,92	28,00	136,76
	T	861,64	100,00	143,64	100,00	74,72	100,00	1080

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²



Obs: MG =Mata Galeria; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas.

FIGURA 22 - Classificações Cruzadas de Mata Galeria e Área Alterada no Parque.

TABELA 26 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	602,55	78,03	81,14	47,43	93,96	68,70	777,65
9	(2)	121,54	15,74	84,45	49,37	16,14	11,80	222,13
9	(3)	48,09	6,23	5,47	3,20	26,66	19,49	80,22
5	T	772,18	100,00	171,06	100,00	136,76	100,00	1080

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²

TABELA 27 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	663,01	76,95	65,22	45,41	49,42	66,13	777,65
9	(2)	142,68	16,56	76,37	53,17	3,09	4,13	222,14
9	(3)	55,95	6,49	2,04	1,42	22,22	29,73	80,21
5	T	861,64	100,00	143,63	100,00	74,73	100,00	1080

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²

TABELA 28 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.

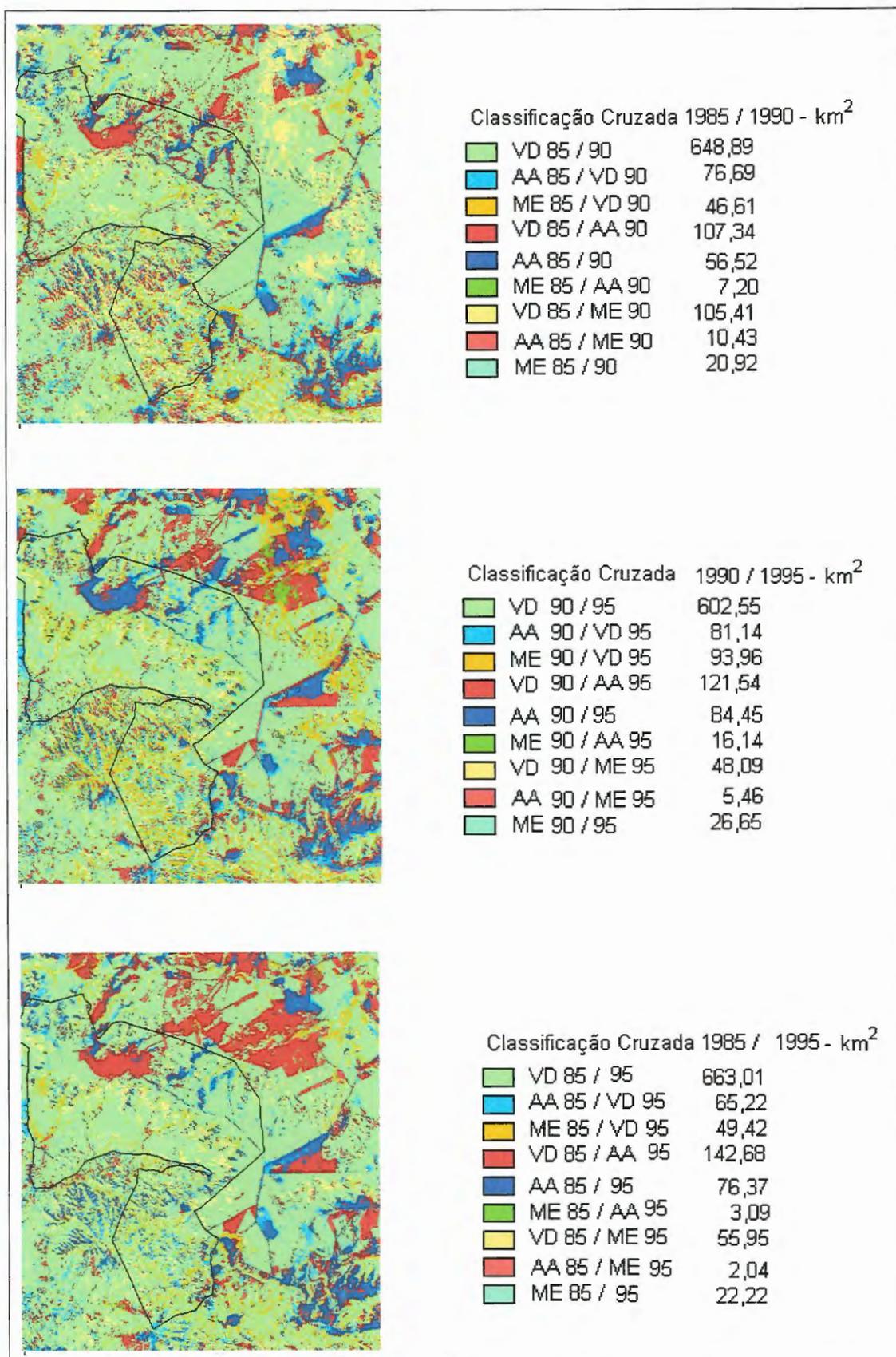
		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	198,64	74,82	19,00	54,95	15,84	62,09	233,48
9	(2)	33,43	12,59	12,37	35,77	1,90	7,45	47,70
9	(3)	33,41	12,58	3,21	9,28	7,77	30,46	44,39
0	T	265,48	100,00	34,58	100,00	25,51	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²

TABELA 29 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.

		1990g						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	194,24	83,19	27,04	56,69	30,80	69,38	252,08
9	(2)	17,01	7,29	18,86	39,54	2,11	4,75	37,98
9	(3)	22,23	9,52	1,80	3,77	11,48	25,86	35,51
5	T	233,48	100,00	47,7	100,00	44,39	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²



Obs: ME =Mata Encosta; AA = Áreas Alteradas; VD =Vegetações Diversas.

FIGURA 23 - Classificações Cruzadas de Mata Encosta e Área Alterada na Região.

TABELA 30 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Encosta e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	216,88	81,69	19,08	55,19	16,12	63,19	252,08
9	(2)	22,96	8,65	14,7	42,52	0,32	1,25	37,98
9	(3)	25,65	9,66	0,79	2,29	9,07	35,55	35,51
5	T	265,49	100,00	34,57	100,00	25,51	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)=Áreas Alteradas; (3) Mata Encosta. (*) km²

Matas de Transição.

As Matas de Transição da região sofreram poucas alterações nos períodos considerados, pois variou de 14,18% no quinquênio 85/90; 13,37% de 1990 para 1995 e 15,11% na década 85/95, do total de áreas deste tipo de mata nos períodos estudados, conforme dados das tabelas 31, 32 e 33.

Na área do PNCG, de acordo com os dados das tabelas 34, 35 e 36, houve uma grande oscilação no percentual de Matas de Transição, pois 14,59% deste tipo de mata foi alterado no período 1985/1990, contra apenas 6,84% no período 1990/1995, e subindo para 10,39% na década 85/95.

TABELA 31 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1990.

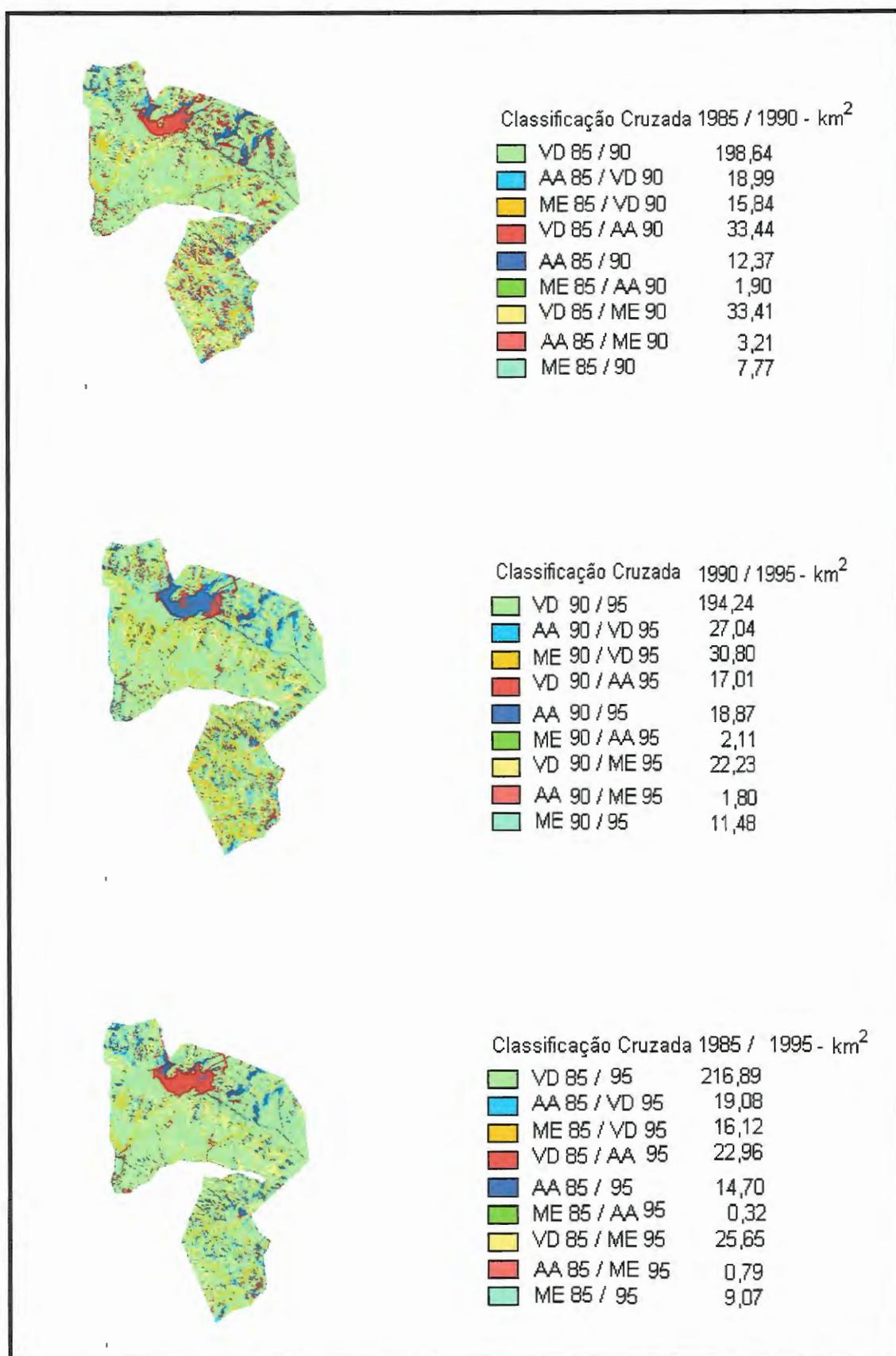
		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	587,95	77,14	71,47	49,76	98,78	56,71	758,2
9	(2)	89,83	11,79	56,52	39,35	24,70	14,18	171,05
9	(3)	84,41	11,07	15,65	10,90	50,69	29,10	150,75
0	T	762,19	100,00	143,64	100,00	174,17	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Transição (*) km²

TABELA 32 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período 1990/1995.

		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	497,30	65,59	57,00	33,32	60,51	40,14	614,81
9	(2)	117,53	15,50	84,45	49,37	20,16	13,37	222,14
9	(3)	143,38	18,91	29,60	17,30	70,07	46,48	243,05
5	T	758,21	100,00	171,05	100,00	150,74	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Transição. (*) km²



Obs: ME = Mata Encosta; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas.

FIGURA 24 - Classificações Cruzadas de Mata Encosta e Área Alterada no Parque..

TABELA 33 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, na região, no período 1985/1995.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	515,78	67,67	39,05	27,19	59,98	34,44	614,81
9	(2)	119,44	15,67	76,37	53,17	26,32	15,11	222,13
9	(3)	126,97	16,66	28,22	19,65	87,87	50,45	243,06
5	T	762,19	100,00	143,64	100,00	174,17	100,00	1080,00

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Transição. (*) km²

TABELA 34 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1990.

		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	182,30	77,09	18,27	52,83	32,42	59,49	232,99
9	(2)	27,38	11,58	12,37	35,77	7,95	14,59	47,70
9	(3)	26,81	11,34	3,94	11,39	14,13	25,93	44,88
0	T	236,49	100,00	34,58	100,00	54,50	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata de Transição. (*) km²

TABELA 35 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1990/1995.

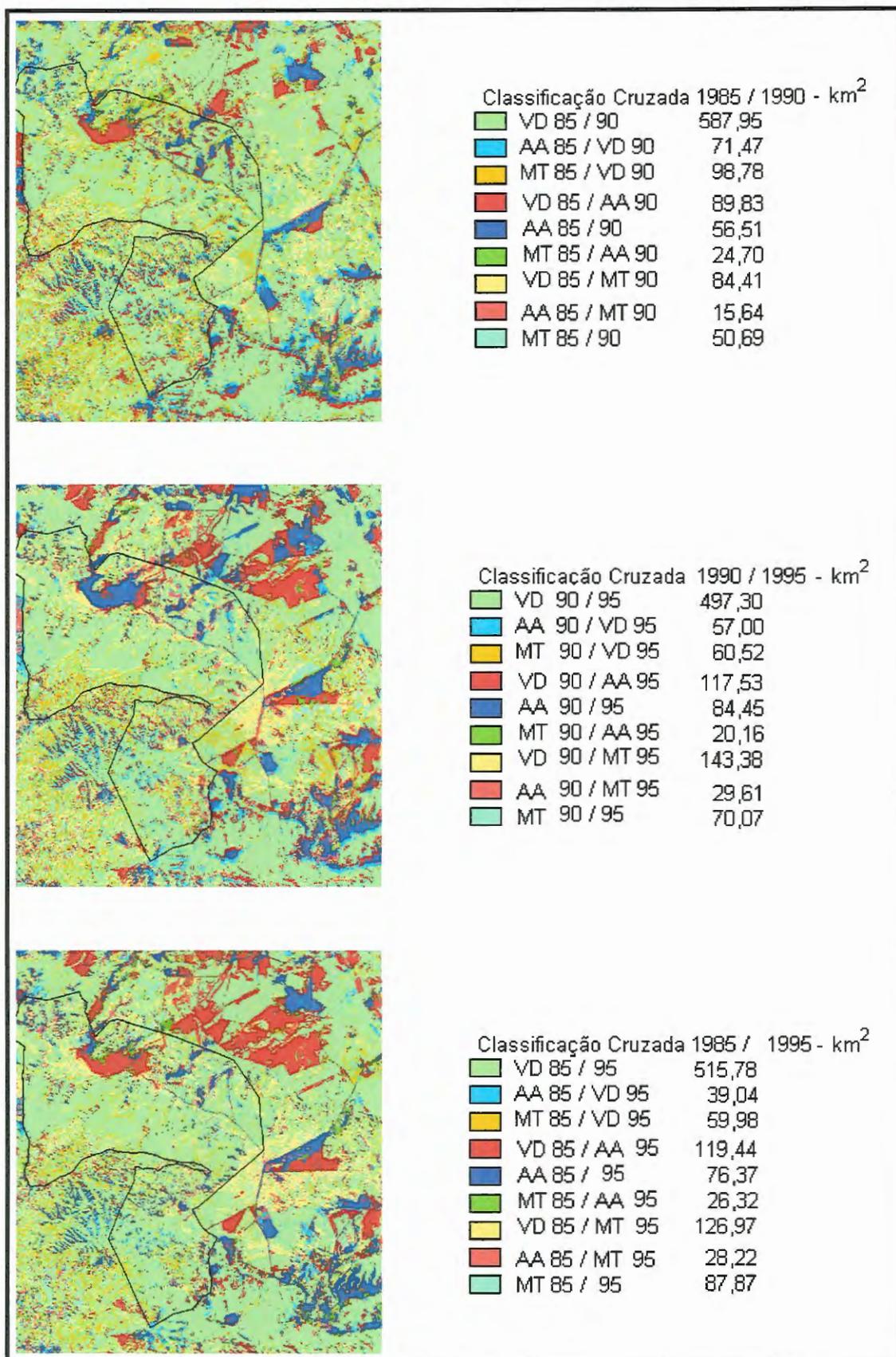
		1990						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	166,01	71,26	17,74	37,19	19,93	44,40	203,68
9	(2)	16,05	6,89	18,87	39,56	3,07	6,84	37,99
9	(3)	50,92	21,86	11,09	23,25	21,89	48,76	83,90
5	T	232,98	100,00	47,7	100,00	44,89	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Transição. (*) km²

TABELA 36 - Matriz da Classificação Cruzada da Mata de Transição e Áreas Alteradas, no parque, no período 1985/1995.

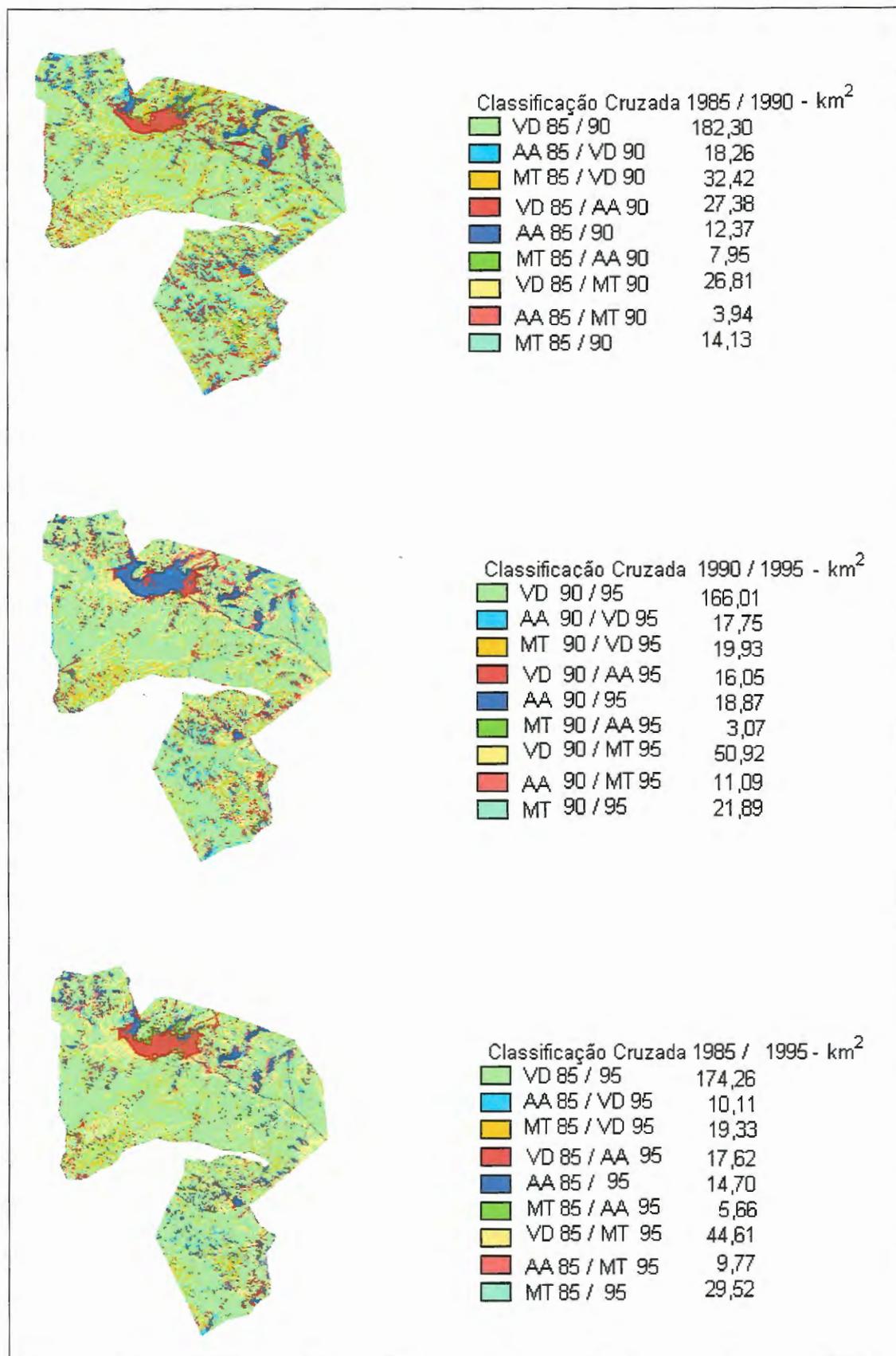
		1985						Total (km ²)
		(1)		(2)		(3)		
		Área (*)	%	Área (*)	%	Área (*)	%	
1	(1)	174,26	73,69	10,11	29,24	19,32	35,45	203,69
9	(2)	17,62	7,45	14,70	42,51	5,66	10,39	37,98
9	(3)	44,61	18,86	9,77	28,25	29,52	54,17	83,90
5	T	236,49	100,00	34,58	100,00	54,5	100,00	325,57

(1)=Vegetações Diversas; (2)= Áreas Alteradas; (3)=Mata Transição. (*) km²



Obs: MT = Mata Transição; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas.

FIGURA 25 - Classificações Cruzadas de Mata Transição e Área Alterada na Região.



Obs: MT = Mata Transição; AA = Áreas Alteradas; VD = Vegetações Diversas.

FIGURA 26 - Classificações Cruzadas de Mata Transição e Área Alterada no Parque.

A análise individualizada dos temas evidenciou que, de maneira geral, as alterações sofridas, ao considerar a região como um todo, foram crescentes ao longo do tempo nos períodos considerados. Exceção se faça ao considerar a informação das Matas de Transição, pois esta apresenta dados de relativa recuperação.

O PNCG apresentou uma realidade individualizada em relação à região, pois as alterações na cobertura do solo foram decrescentes, principalmente ao serem comparadas aos dados anteriores (85/90) e posteriores (90/95) à implantação do parque.

5.1. 2 Índice Quinquenal de Área Alterada

Desde os primórdios da civilização o Homem tem criado formas de suprir suas diversas necessidades. No curso da história, o Homem tornou-se um componente dominante de muitos sistemas ambientais.

Por meio de suas habilidades, e sob sua ótica, o Homem transformou os subsistemas ecológicos em subsistemas econômicos que se desenvolveram rapidamente e em consequência o sistema ambiental natural ficou sujeito à manipulação e exploração por parte do Homem.

O crescimento populacional, o desenvolvimento urbano e industrial, a expansão das cidades, o aumento da utilização dos recursos naturais (renováveis e não renováveis) são transformações que vêm caracterizando a evolução acelerada mundial de todos os mecanismos que regem o sistema natural.

Em muitas partes, o crescimento das intervenções antrópicas, está aumentando o número de clareiras nas áreas cobertas por florestas e contribuindo para extinção de espécies de plantas e animais. Isto significa que a manipulação dos componentes, por parte do Homem, tem que ser controlada, dentro de certos limites. Isto leva à necessidade de se desenvolverem regras para administrar o meio ambiente e estabelecer limites além dos quais não se deve ir. Neste sentido, os componentes usados, que desempenham um papel dominante dentro do sistema, têm que ser quantificados.

Assim, no presente trabalho, foi fixada a atenção às áreas que sofreram alteração ao longo do tempo. Isto é, estudaram-se quantitativa e qualitativamente as mudanças ocorridas devido às intervenções antrópicas, no período 1985/1995.

Durante as últimas décadas tem havido um movimento para examinar e avaliar o impacto das ações antrópicas sobre os sistema ambiental. Isto ocorreu, porque se constatou a necessidade de se manter uma demanda equilibrada dos recursos físicos, biológicos e financeiros de uma região e seus habitantes, a fim de se atingirem metas sociais.

Desta forma, a presente pesquisa desenvolvida incorpora também o interesse de delinear e quantificar as áreas em processo de mudanças. Para tanto o processamento digital de imagens óticas, para obtenção das informações de interesse, foi conduzido da seguinte forma:

- da imagem com as características de uso e ocupação do solo construída no item anterior, separaram-se as áreas (RECLASS) que sofreram alguma alteração em cada ano estudado, quais sejam, 1985, 1990 e 1995, construindo uma imagem para análise visual;
- calcularam-se as respectivas áreas (AREA), dos atributos 'áreas alteradas' para construir-se tabelas visando a subsidiar análises.

Na figura 27, tem-se a visualização da aparência quantitativa e qualitativa das alterações ambientais na região, onde se verifica que um aumento considerável de áreas alteradas ocorreu ao longo da década 1985-1995. Verifica-se que, em termos gerais, estas áreas sofreram expansão contínua, ou seja, houve uma espécie de aumento de perímetro destas áreas.

Os problemas causados pela degradação ambiental, de forma geral, são complexos devido à intensidade e diversidade de causas impactantes. A região estudada não foge à regra e apresenta desde 1985 cerca de 13% de seu território com intervenções antrópicas, sendo esta aumentada para 15,84 % em 1990 e 20,57% em 1995. Isto a caracteriza como uma região que sofre progressiva degradação.

Ao se isolarem os dados da área do parque em si, na figura 28, visualiza-se que as alterações ambientais mais intensas ocorreram ao norte do parque, onde se percebe grandes 'blocos' compactos de áreas degradadas.

No período 85/90, ou seja, antes da implantação do PNCG, houve um aumento de 38,41 % de área alterada.

Já no período 1990/95 houve um decréscimo destas áreas. Este resultado se torna consistente ao verificar o valor total destas áreas, que decaiu de 47,71 km² em 1990 para 37,98 km² em 1995, ou seja, uma diferença de cerca de 20,40% a favor da recuperação da cobertura vegetal do solo.

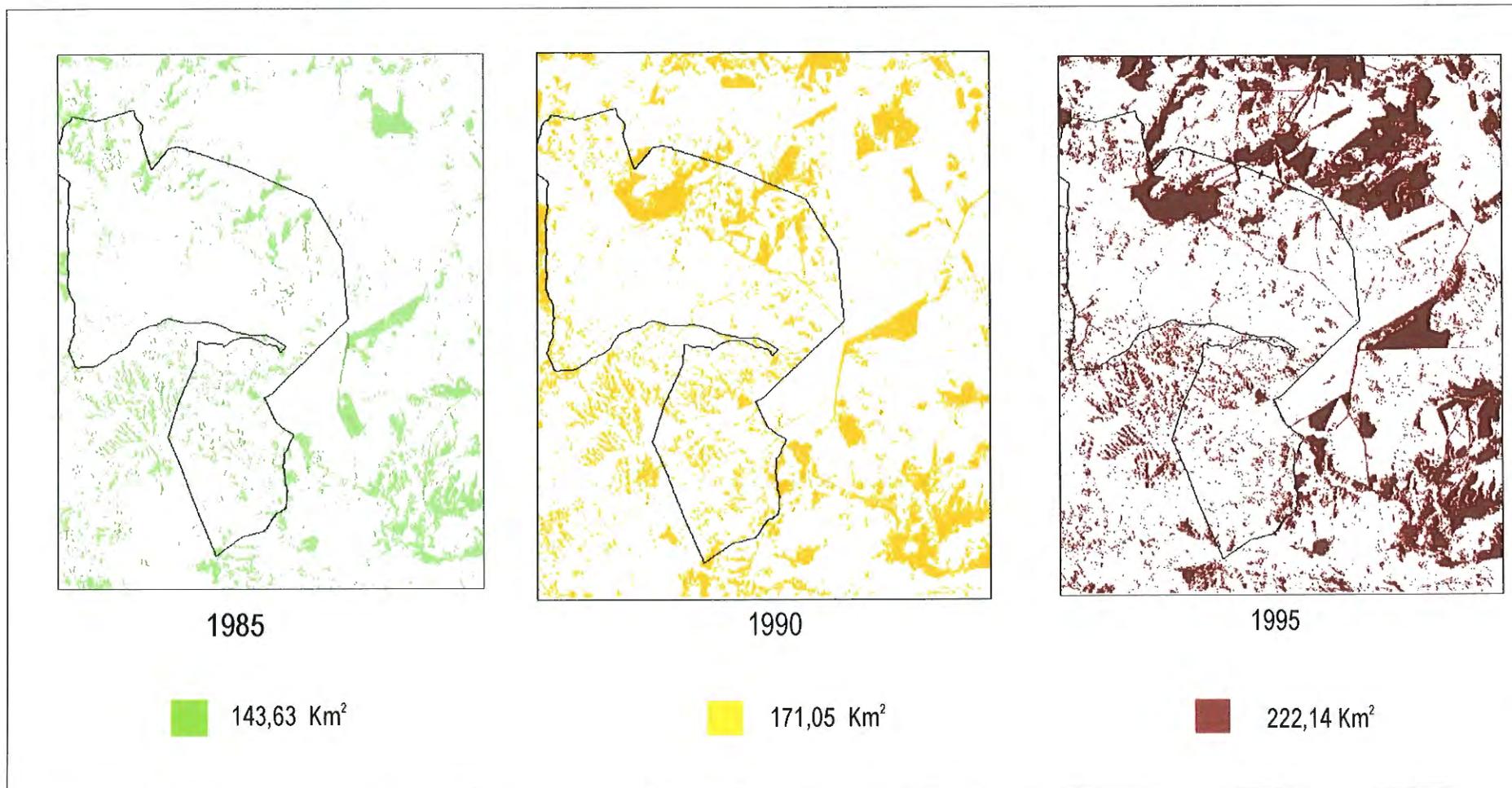
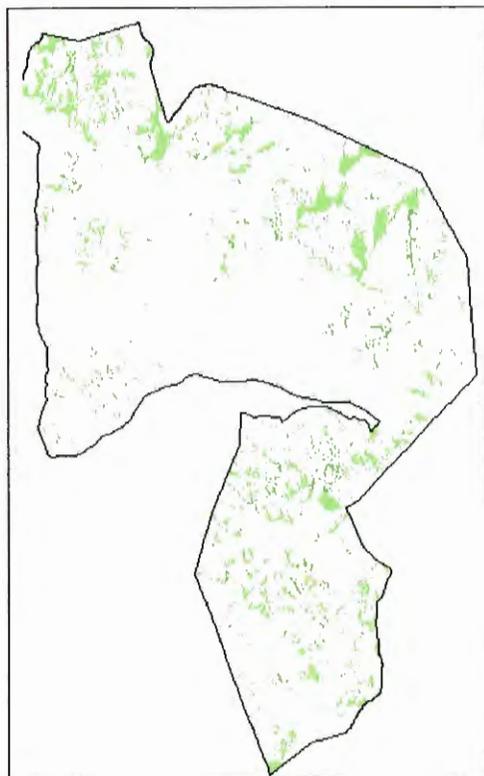


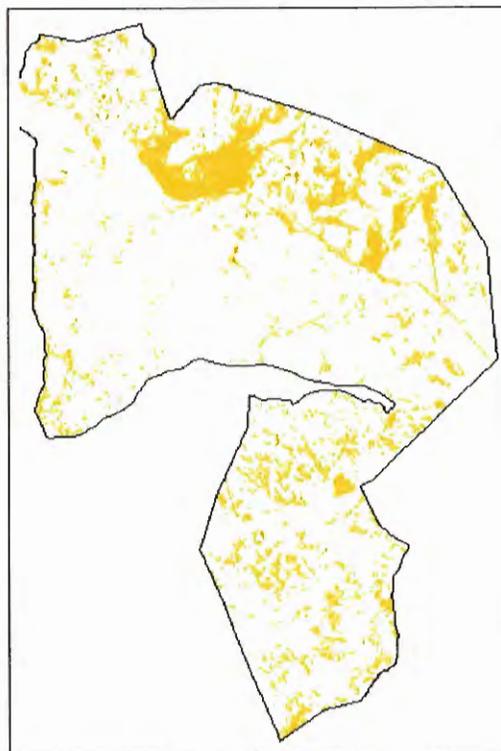
FIGURA 27 - Total de área alterada na região em 1985, 1990 e 1995.



1985



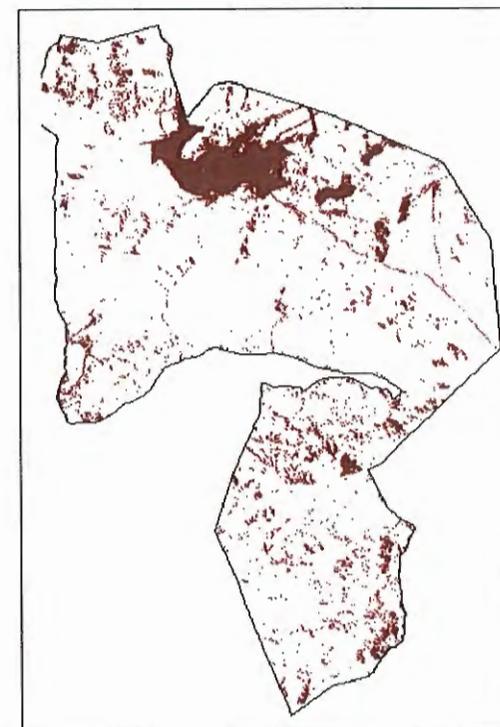
34,57 km²



1990



47,71 Km²



1995



37,98 Km²

FIGURA 28 - Total de Áreas Alteradas no Parque em 1985, 1990 e 1995.

Verifica-se o antagonismo entre a realidade do PNCG e da região do seu entorno, isto é, enquanto as áreas alteradas aumentam continuamente na região, o parque reduziu-as nos períodos considerados.

O que leva a pensar que a interferência das ações governamentais preconizadas e executadas de formas diferenciadas, produzem diferentes formase comportamento da população que vive no parque e das que habitam o seu entorno. Resta tentar, em um estudo mais detalhado, determinar qual atitude produz maior interferência no estilo de desenvolvimento e preservação da região como um todo.

5.1.2.1 Comparação Pareada – Áreas Alteradas

Diferentes tipos de análises podem ser realizados com os dados de quantidade de área alterada, como por exemplo a comparação pareada, que como o nome indica, trata-se da comparação entre pares de imagens de duas datas diferentes.

A classificação cruzada (crossclassification) é o procedimento mais indicado, segundo EASTMAN (1995), para comparar duas imagens que contenham dados qualitativos.

A classificação cruzada calcula a lógica 'e' de todas as possíveis combinações das categorias contidas nos dois mapas. No caso onde os dois mapas representam a mesma categoria de informação nas duas datas - data 1 e data 2 com cobertura de solo, por exemplo - é observado se as áreas são da mesma classe nas duas datas ou se ocorreu mudança para uma nova classe.

No IDRISI for Windows, o módulo CROSSTAB executa uma tabela com os tabulações cruzadas e também uma imagem de correlação cruzada que mapeia estas várias combinações.

As figuras 29 e 30, resultantes do cruzamento dos dados dos pares de datas 1985/1990, 1990/1995 e 1985/1995, formam um panorama, do parque e da região, da localização e tipos de mudanças ocorridas, isto é, onde houve desmatamento, reflorestamento ou onde permaneceram inalteradas as características naturais no referido período.

Das referidas figuras foram calculadas as áreas por categoria, e foi constatado que no período 1985/1990 cerca de 10,61% da área da região foi degradada, ao mesmo tempo em que houve 8,07% de área que se tornou vegetada (fig 29). Isto representou um aumento real de cerca de 2,54% de

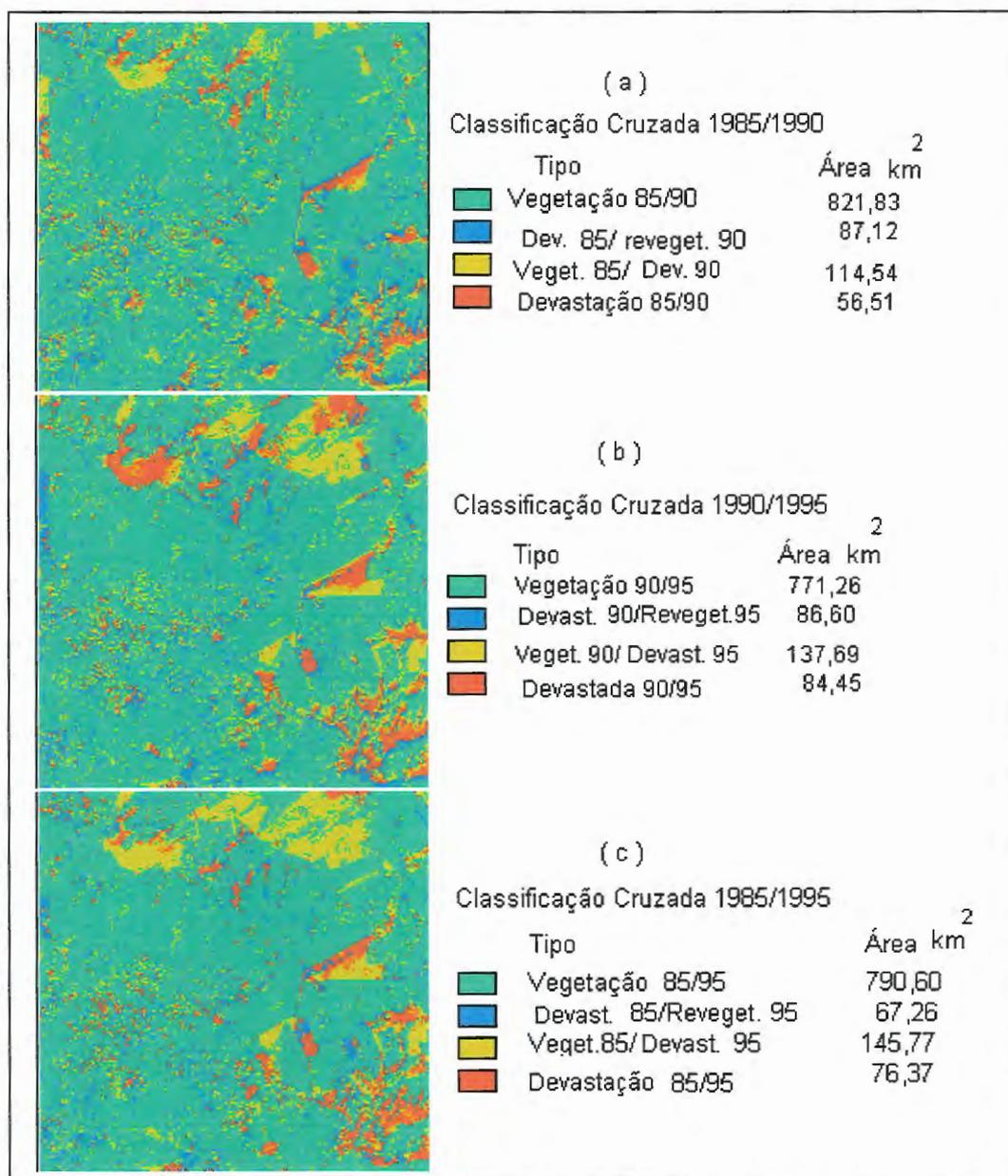


Figura 29 – Evolução da devastação/revegetação da região no período 1985/1990, 1990/1995 e 1985/1995.

área da região alterada no período. Em relação ao parque (fig. 30), a diferença relativa do período foi de 4,03%, o que significa que a área onde seria delimitada para constituir o parque recebeu uma mais intensa intervenção antrópica.

Em relação ao período 1990/1995, a realidade da região (fig.29) permanece quase que inalterada, pois apresenta um aumento real de devastação de cerca de 4,73%. Enquanto o parque (fig.30), apresentou, na totalidade, cerca de 2,99% de recuperação de áreas, com algum tipo de vegetação. Resultado este consistente com a resposta da outra análise realizada anteriormente.

Observando os dados referentes à década 1985/1995, constata-se que houve um saldo negativo de 7,28% , isto é, a região (fig. 29), no período, apresentou-se com maior intensidade de devastação do que de recuperação/revegetação. Já o parque (fig. 30), apresentou, no período, um saldo mais brando de degradação, isto é, aproximadamente 1,05% foi o saldo a favor dos fatores de artificialização.

O quadro geral dos períodos estudados (pré e pós-implantação do parque) mostra que o PNCG foi efetivo no que se refere à preservação, pois o mesmo se apresenta com evolução bastante positiva em termos de recuperação e conservação ambiental, quando comparado com a região como um todo.

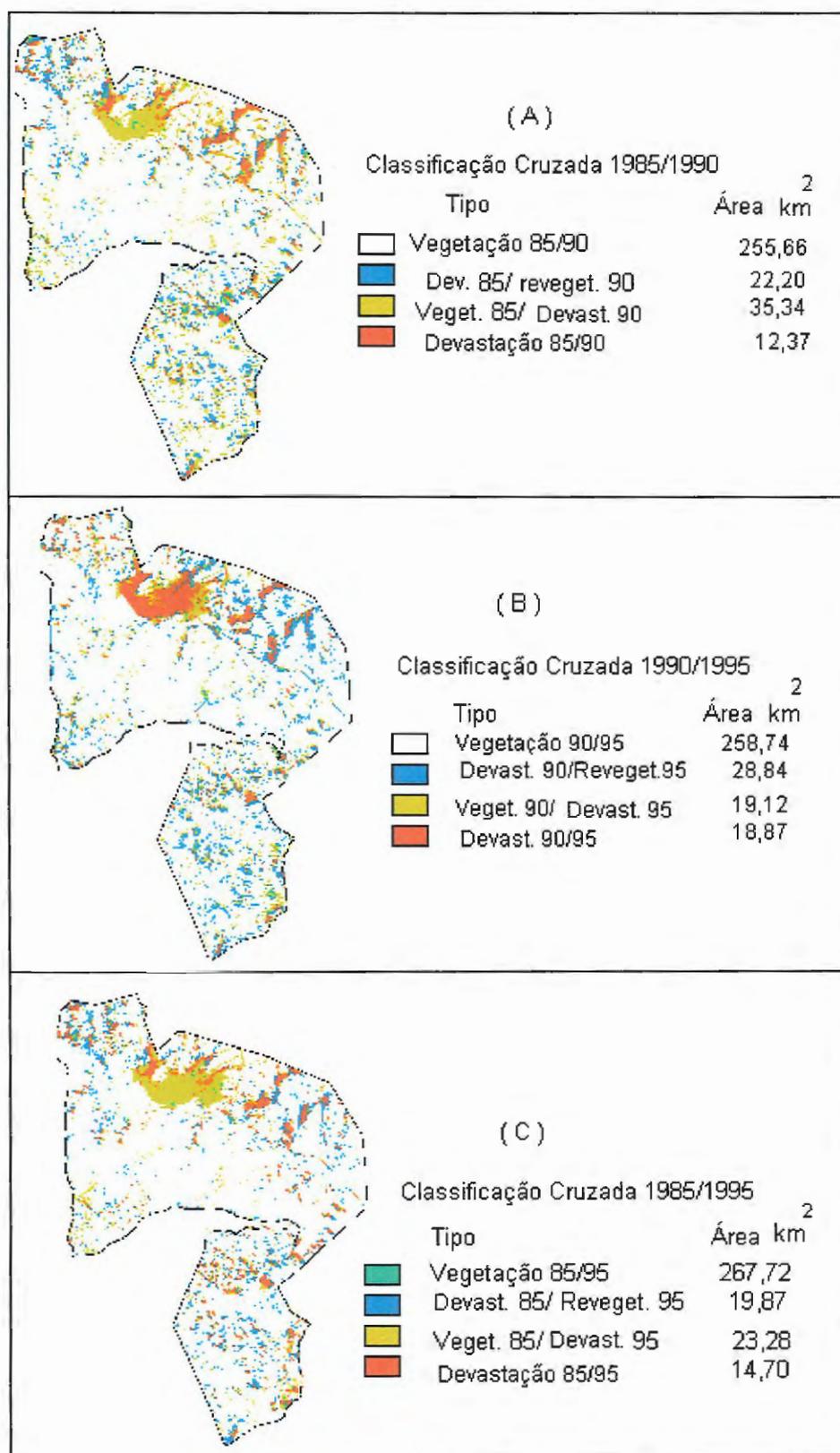


FIGURA 30 – Evolução da devastação/revegetação do PNCG de 1985/1990, 1990/1995 e 1985/1995.

5.1.3 Proporção de Áreas Alteradas Relacionadas à Estrutura Fundiária

A composição fundiária do PNCG iniciou-se em 1989 quando de sua criação. Na época, o PNCG era composto pelas terras sob o domínio da União e áreas particulares. A partir de 1992, segundo informações fornecidas, em outubro de 1999, por Alair Garcia – coordenadora no IBAMA-MT das áreas de proteção ambiental – e constantes do Plano de Ação Emergencial do PNCG – PAE/1995, os processos de desapropriações começaram em 1990; portanto, um ano após a criação do mesmo. Em 1992, concretizaram-se as indenizações das primeiras áreas, e em 1994, foram desapropriadas outras áreas que se encontram em processo de indenização e posse pelo IBAMA.

A estrutura fundiária do PNCG é classificada pelo IBAMA (fig. 31) em quatro categorias de proprietários os quais possuem a distribuição de áreas relacionada na tabela 37. Nesta tabela, constata-se que a categoria dominante é a de propriedades particulares. Tal fato leva a pensar, no primeiro momento, em uma tendência para ações degradadoras pouco controladas.

TABELA 37 - Distribuição fundiária do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães – 1999.

PROPRIETÁRIO	ÁREA (km ²)	%
Originalmente União	25,59	7,86
Áreas adquiridas	11,14	3,42
Áreas em processo de indenização	35,67	10,96
Áreas particulares	253,17	77,76
Área total do parque	325,57	100,00

Fonte: Mapa fornecido pelo IBAMA (1999) e trabalhado no IDRISI.

A verificação desta hipótese foi realizada da seguinte forma:

- 1- construiu-se, a partir de mapa fornecido pelo IBAMA, uma imagem com os dados de tipo de propriedades existentes na área do parque;

- 2- reclassificaram-se (RECLASS) as imagens de uso e ocupação do solo, a fim de que fosse separadas as áreas alteradas nos anos 1985, 90 e 95;
- 3- sobrepuseram-se (OVERLAY Multiply) as imagens criadas nos itens 1 e 2 anteriores;
- 4- calculou-se a área de cada categoria por ano estudado.

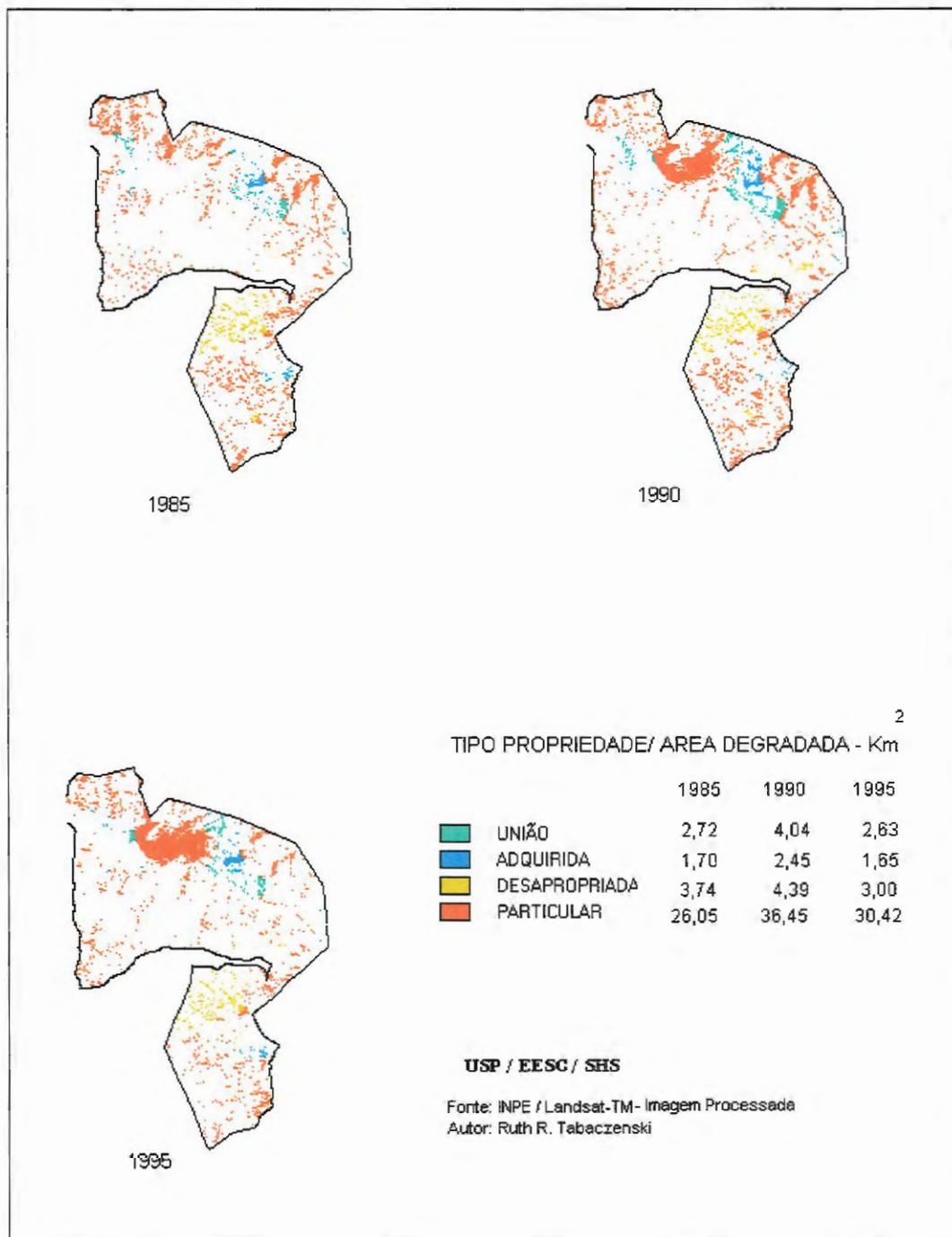
A hipótese, de certa forma, pode ser constatada ao se analisarem as imagens criadas que relacionam as áreas degradadas com a estrutura fundiária do parque (fig. 32), em que se pode constatar que houve, no período, uma concentração de áreas alteradas nas propriedades particulares situadas ao norte do parque e uma regeneração vegetal generalizada mais ao sul e espalhada no território do parque como um todo. Observa-se, ainda, que na parte da figura referente aos dados de 1985, esta concentração é mais rarefeita.

Este resultado fica mais consistente quando se analisam os dados numéricos (tab. 38), onde se verifica que as áreas particulares apresentaram um aumento constante na taxa de áreas alteradas em qualquer um dos períodos considerados.

Quanto às áreas originalmente pertencentes à União o quadro é oscilatório, pois houve um aumento de 7,95% em 1985 para 8,51% em 1990, decrescendo para 6,97% em 1995, conforme evidencia a tabela anteriormente referida.

No que se refere às áreas adquiridas e às desapropriadas o comportamento é semelhante, pois percebe-se um aumento considerável de 1985 para 1990 e um decréscimo de áreas alteradas em 1995.

Na análise globalizada, ou seja, dos totais de cada período, verifica-se que no período 1985/1990 – anterior à criação do PNCG –, houve um aumento de 34,21 km² para 47,39 km², o que corresponde a um incremento global, no período, de 27,81 % de áreas alteradas no parque como um todo. Alterações estas causadas, provavelmente, como informa o PAE/1995, pela expectativa de criação do parque e conseqüente possibilidade de indenização de áreas, levou os proprietários à construção



Obs.: A delimitação de área igual a do Parque, em 1985, foi realizada para fins comparativos, uma vez que o parque foi criado em 1989.

FIGURA 32 - Alteração de Área Relacionada com a Estrutura Fundiária no PNCG.

de inúmeras benfeitorias para elevar o valor das respectivas propriedades. Resultando que uma parte considerável da área está constituída de chácaras de lazer com imóveis suntuosos.

Surpreendentemente, um dado inverso é constatado no período 1990/1995, ou seja, houve um acréscimo de 20,46% de áreas recuperadas.

Esta constatação levou a uma visita a campo para averiguação da informação. Foi verificado, então, que ocorreu intensa regeneração das matas da região. Pontos turísticos (formações rochosas, cachoeiras, etc.) que outrora eram vistos simplesmente ao serem percorridas as estradas principais, na atualidade (janeiro - 1999), precisam ser visitados mais de perto (e a pé) para serem apreciados.

Isto provavelmente se deu pela intensa campanha de educação ambiental e fiscalização promovida pelo Governo do Estado de Mato Grosso, através da Secretaria de Meio Ambiente e Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEMA quando da preparação para criação da Área de Proteção Ambiental – APA, cuja oficialização se deu em 21 de novembro de 1995. Esta APA possui área de aproximadamente 245.000 hectares, na qual estão contidos o PNCG e a Reserva Ecológica Aecim Tocantins. Tal APA foi criada com o intuito de estabelecer uma forma de desenvolvimento na região em que seus principais recursos naturais sejam utilizados de forma a se respeitar e preservar o equilíbrio ecológico e beleza cênica da região.

TABELA 38 - Total de Área Alterada Relacionada com a Estrutura Fundiária no PNCG.

Propriedade	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
União	2,72	7,95	4,03	8,51	2,63	6,97
Adquirida	1,70	4,98	2,49	5,26	1,65	4,37
Desaprop.	3,74	10,94	4,39	9,26	3,00	7,96
Particular	26,05	76,13	36,48	76,97	30,42	80,69
Total. Área Degradada.	34,21	100,00	47,97	100,00	37,77	100,00

Nota-se ainda, na tabela 38, que as áreas particulares representavam, nos anos 85, 90 e 95, mais de 75% do total de áreas que sofreram algum tipo de intervenção antrópica (agricultura, pastagem, turismo, etc.) sendo que os outros 25% são divididos nas outras três categorias da estrutura fundiária, da mesma forma nos referidos anos.

Observa-se ainda, que as áreas pertencentes à União, que supostamente não seriam exploradas, apresentam o mesmo tipo de comportamento geral. Vale, neste caso, um alerta para verificação do que está ocorrendo nestas áreas, um vez que, supostamente, são locais não sujeitos à exploração.

A mesma constatação realizada anteriormente se repete ao analisar o total percentual (tab. 39) das categorias de propriedade em relação à área total do parque. Ou seja, um incremento de 10,50 % para 14,56 % de áreas alteradas de 1985 para 1990 e decréscimo para 11,58 % em 1995.

TABELA 39 - Áreas Alteradas Relacionadas a Estrutura Fundiária do PNCG.

Propriedade	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%(*)	Área (km ²)	%(*)	Área (km ²)	%(*)
União	2,72	0,84	4,03	1,24	2,63	0,81
Adquirida	1,70	0,52	2,49	0,77	1,65	0,51
Desapropiada.	3,74	1,15	4,39	1,35	3,00	0,92
Particular	26,05	8,00	36,48	11,20	30,42	9,34
Total	34,31	10,50	47,39	14,56	37,37	11,58

(*) Cálculo em relação da área total do PNCG – 325,57 km²

No panorama apresentado, neste item deste trabalho, verificou-se que a alteração da estrutura fundiária - antes e pós-parque - da região onde foi delimitado o PNCG, representou um componente significativo na mudança do uso e cobertura do solo.

Foi possível, de certa forma, inferir sobre a influência representada pelos interesses econômicos, bem como o reflexo de decisões e ações governamentais.

5.1.4 Índice de degradação relacionado com a declividade

Os mecanismos naturais de regulação e controle são insuficientes para restaurar a qualidade ambiental quando a paisagem é excessivamente modificada ou artificializada.

Hoje, observa-se de um lado a acelerada degradação da natureza, e, por outro, esforços para limitar a degradação, que são perseguidos por organizações internacionais, nacionais e locais. Por trás do primeiro processo estão o aumento populacional e o uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis de forma indiscriminada. Do segundo processo, estão por trás interesses econômicos e legislações inadequadas. Quando as duas forças se aceleraram em sentidos opostos, a ruptura e/ou a destruição do sistema são inevitáveis.

A degradação resulta primariamente do incorreto uso da terra e inadequado manejo, isto é, o uso do solo de maneira incompatível com sua capacidade suporte, características de conformação do terreno, dentre outros.

O índice de degradação do solo relacionado à declividade, associada a outros fatores, tem sido estudado e métodos tem sido elaborados para sua determinação. O mais freqüente trata-se da definição do grau de suscetibilidade do solo, a erosão, por sua importância no contexto da sua conservação e índice de fertilidade do solo.

As degradações podem ser determinadas de forma quantitativa e qualitativa.

As formas quantitativas utilizam modelagens matemáticas e fórmulas tais como a Equação Universal de Perda de Solo-EUPS (Universal Soil

Loss Equation-USLE), desenvolvida em 1954, no Runoff and Soil-Loss Data Center do Agricultural Research Service, com sede na Universidade de Purdue (EUA) por Wischmeier & Smith; segundo BERTONI e LOMBARDI (1990), uma das mais utilizadas, leva em conta o grau de declividade, para prever as perdas de solo.

Nesta fórmula, verifica-se que a topografia do terreno, representada pela declividade e comprimento de rampa, exerce acentuada influência sobre a erosão.

Do grau de declividade dependem diretamente o volume e a velocidade das enxurradas que escorrem sobre o solo.

CASTRO (1987) apresenta alguns princípios de hidráulica que teoricamente, podem explicar as relações entre a velocidade da água e o seu poder erosivo:

- a- a velocidade da água varia com a raiz quadrada da distância vertical que ela percorre, e a sua energia cinética (capacidade erosiva), de acordo com o quadrado da velocidade. Assim, se o declive do terreno aumenta quatro vezes, a velocidade de escoamento da água aumenta duas vezes, e a capacidade erosiva quadruplica;
- b- a quantidade de material que pode ser arrastada varia com a quinta potência da velocidade de escoamento;
- c- o tamanho das partículas arrastadas varia com a sexta potência da velocidade de escoamento. Assim, caso se duplique a velocidade de escoamento, a quantidade material que pode ser transportada aumenta 32 vezes, e o tamanho das partículas que podem ser transportadas aumenta 64 vezes.

A região em estudo apresenta variações abruptas em seu relevo, acontecendo em certos trechos variações súbitas de altitude de 200 m

para aproximadamente 700 m, caracterizando a região com enormes paredões, na maioria das vezes desnudos. Constata-se facilmente, “in loco”, que o processo erosivo natural tem sido frequentemente acelerado e intensificado pelas atividades do homem, em particular pela agricultura, turismo, construção de vias de comunicação e exploração minerária, de tal forma que a erosão hídrica é considerada a principal responsável pela poluição causada por sedimentos que estão assoreando o Pantanal Mato-Grossense.

Alguns modelos derivados da EUPS, foram desenvolvidos com o intuito de aperfeiçoar a obtenção de informações específicas, dentre as quais:

- PINTO (1991) cita o modelo ANSWERS (“Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation”), que avalia perdas de solo por erosão e escoamento superficial da água, em pequenas bacias. E, segundo este autor, o modelo é considerado determinístico e pode ser utilizado associado ao Sistema de Informações Geográficas;
- o modelo AGNPS – “Agricultural Nonpoint Source”, que segundo YOUNG et al. (1989), é utilizado para bacias de porte médio, para estimar e analisar a qualidade de água de escoamento superficial em áreas agrícolas; e
- o modelo ILWIS -“Integrated Land and Watershed Management Information System”, de acordo com VENEZUELA (1988), integra dados do meio físico com ocupação antrópica.

A forma quantitativa fornece resultados objetivos para solucionar diversas questões que subsidiam o planejamento e planos de intervenções em áreas críticas ou em fase de exploração. Mas, sua

execução depende de dados e informações geralmente escassos, inexistentes ou de difícil obtenção.

Por isto, lança-se mão da caracterização qualitativa dos fatores condicionantes da degradação ambiental. Trata-se, porém, de uma abordagem preliminar com subjetividades embutidas na precisão dos dados gerados, uma vez que os critérios para classificação são determinados baseados na experiência e formação do pesquisador/planejador. Mas apresenta a grande vantagem de que as informações básicas (mapas analógicos, imagens de sensoriamento remoto e dados alfanuméricos) encontram-se mais facilmente à disposição e com custos mais acessíveis.

RANIERI (1996) avaliou métodos (quantitativos e qualitativos) e escalas de trabalho para determinação de riscos de erosão em bacia hidrográfica. Concluiu que não existe significativa diferença nos resultados em relação à utilização de diferentes escalas e que estas ocorrem mais entre as respostas dos métodos.

No presente trabalho, lançando mão dos escassos dados disponíveis - mapas topográficos e imagens de sensoriamento remoto - foi realizada a caracterização qualitativa estimada (visual e numérica) da relação entre as diferentes declividades com as áreas degradadas ocorridas nos diferentes anos.

Para este estudo efetuaram-se os seguintes procedimentos:

a - a partir do mapa topográfico digital, construiu-se uma imagem onde o relevo foi dividido em intervalos de declividade pré-definidos - procedimento detalhado em TABACZENSKI (1995).

Para a definição dos intervalos de declividade foram adotados, com adaptação, os sugeridos por RAMALHO (1994), conforme tabela 40.

TABELA 40 - Níveis de Declividade Utilizado para o Estudo. (*)

NÍVEL DE DECLIVIDADE	GRAU DE LIMITAÇÃO POR SUSCETIBILIDADE. À EROSÃO	DECLIVIDADE. ADOTADA
0 a 3%	Plano/ praticamente plano	0 a 10%
3 a 8%	Suave ondulado	
8 a 13%	Moderadamente ondulado	
13 a 20%	Ondulado	10 a 25%
20 a 45%	Forte ondulado	25 a 45%
45 a 100%	Montanhoso	45 a 100%
Acima de 100%	Escarpado	Acima de 100%

(*) Adaptado de RAMALHO (1994).

b -Reclassificação (RECLASS) da imagem de uso e ocupação do solo, obtida por sensoriamento remoto, nos anos 1985, 1990 e 1995, para separação das áreas degradadas;

c- Cruzamento das informações das declividades com os de áreas degradadas (CROSSTAB), do qual resulta uma imagem representativa;

d-Cálculo das áreas (AREA), cujos resultados foram tabelados (tab. 41);

e- Para obtenção das mesmas informações na área do PNCG, realizou-se a sobreposição (OVERLAY) das imagens obtidas no passo 3 acima com a imagem da área do parque.

TABELA 41 - Área Alterada Relacionada com a Declividade do Terreno, na Região.

Declividade	1985		1990		1995	
	Área	%	Área	%	Área	%
0 - 10 %	107,39	74,77	132,31	77,35	181,70	81,80
10 - 25 %	23,43	16,31	25,01	14,62	28,56	12,86
25 - 45 %	9,86	6,87	10,24	5,99	9,03	4,07
45 - 100%	2,84	1,98	3,35	1,96	2,74	1,23
Acima 100 %	0,11	0,08	0,14	0,08	0,11	0,05
Total	143,63	100,00	171,05	100,00	222,14	100,00

Constatou-se (tab. 41) que mais de 70% das áreas degradadas na região se encontram em terrenos com declividades que variam de 0 a 10%. Este resultado pode ser visualizado nas figuras 33, 34 e 35, onde se verifica o predomínio da cor esverdeada, a adotada para esta característica. A mesma realidade, embora em menor intensidade, ocorre ao se isolarem os dados do parque em si (tab. 42), onde mais de 50% das degradações ocorrem em regiões com declividades baixas. Um exame visual das figuras 36, 37 e 38, salienta extensas manchas de áreas alteradas que vão se concentrando ao longo do tempo na parte norte do parque. E, nestas mesmas figuras, pode-se ver que as áreas degradadas com declividades que variam de 25 a 100 % diminuíram no período 1985/95.

Verifica-se com isto que as regiões com menor declividade estão mais sujeitas às ações antrópicas. Estes dados podem indicar que um aumento de atividade agro-pastoril está se desenvolvendo na região.

TABELA 42 - Área Alterada Relacionada com a Declividade do Terreno, no Parque.

Declividade	1985		1990		1995	
	Área	%	Área	%	Área	%
0 - 10 %	19,54	56,54	32,50	68,12	26,34	69,35
10 - 25 %	8,13	23,50	8,57	17,97	6,31	16,62
25 - 45 %	5,11	14,78	4,98	10,43	3,84	10,11
45 - 100%	1,75	5,05	1,61	3,37	1,42	3,75
Acima 100 %	0,05	0,14	0,05	0,10	0,06	0,16
Total	34,57	100,00	47,70	100,00	37,98	100,00

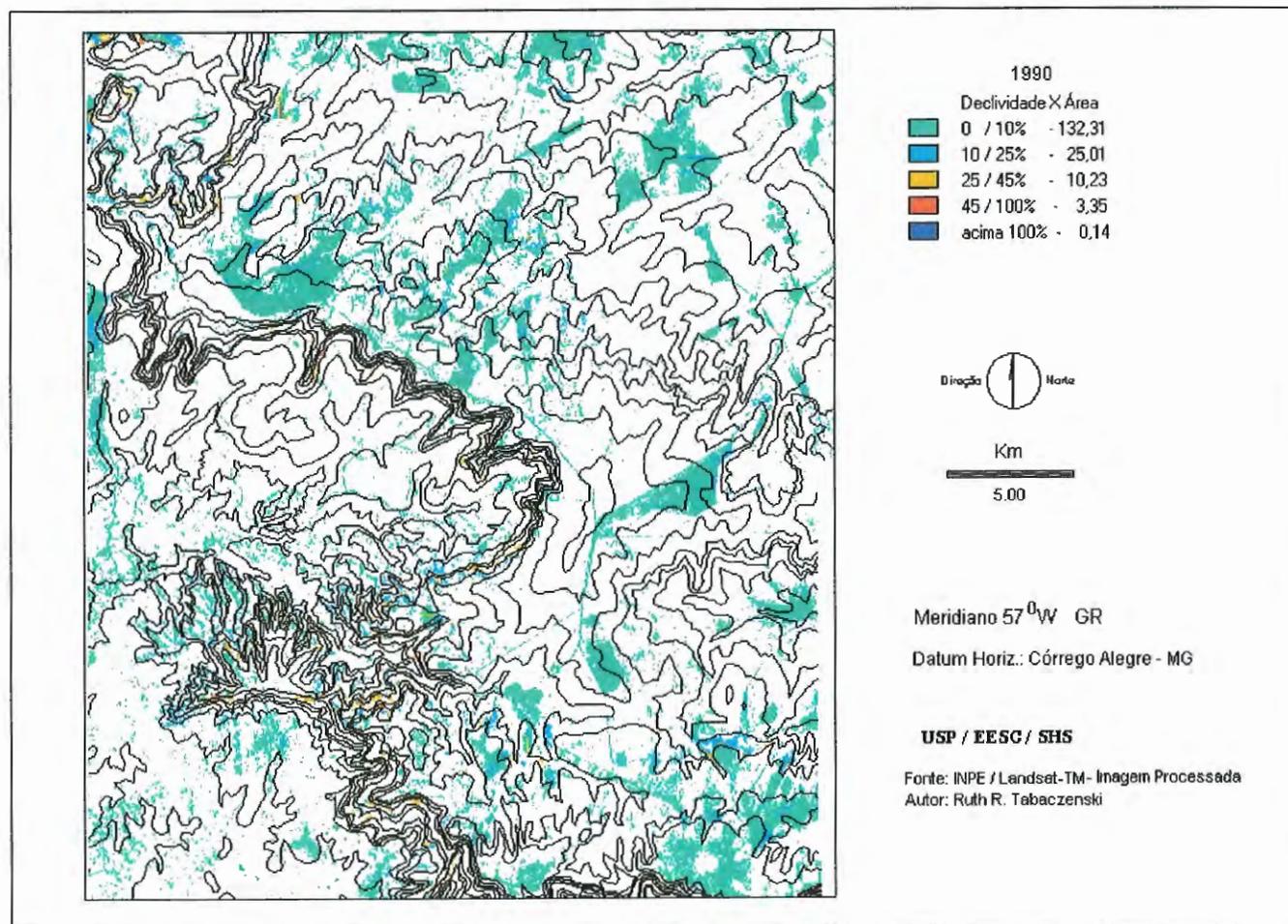


FIGURA 33 - Áreas Alteradas, na Região, Relacionadas com a Declividade - 1985

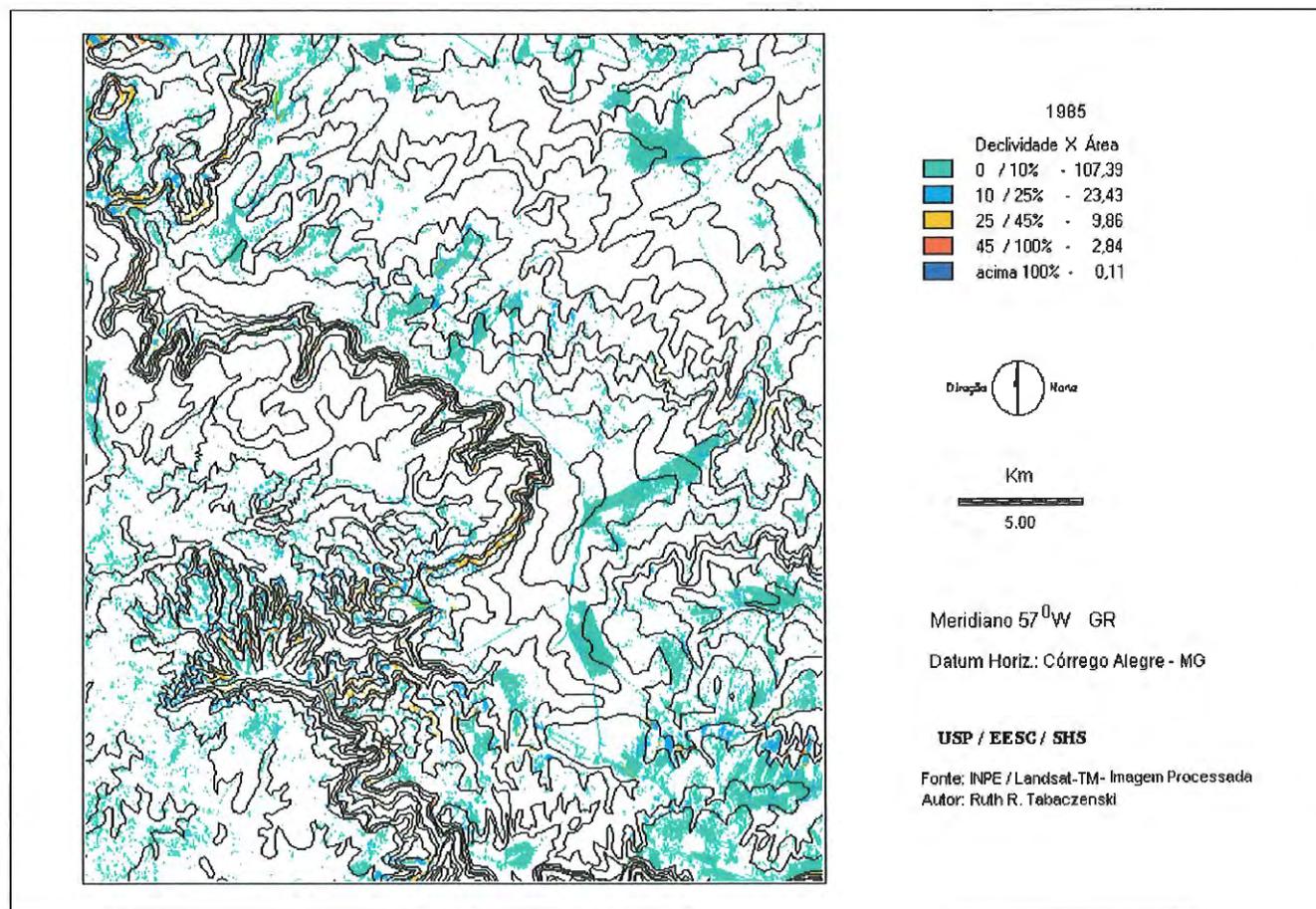


FIGURA 34- Áreas Alteradas, na Região, Relacionadas com a Declividade – 1990.

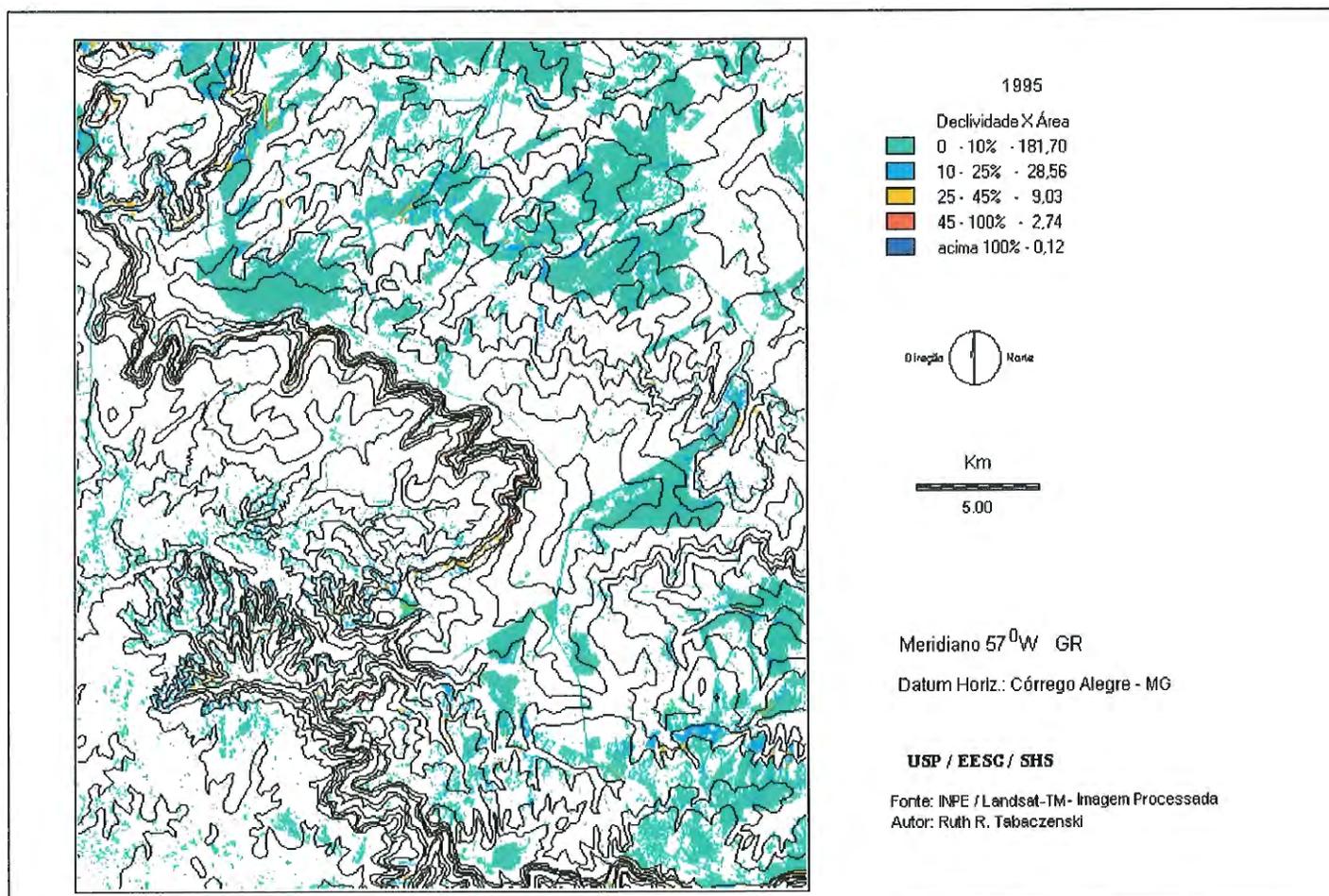


FIGURA 35 - Áreas Alteradas, na Região, Relacionadas com a Declividade – 1995.

Ao cruzar os dados de áreas degradadas relacionadas com a declividade e a área total da região (1080 km²) constata-se (tab. 43), em 1985, que cerca de 13,30% da região se encontra degradada, sendo este índice aumentado para 15,84% em 1990, o que representa um incremento de cerca de 16,00% de áreas alteradas na região relacionado com a declividade.

TABELA 43 - Relação percentual entre a área total da região com as áreas alteradas relacionadas com a declividade.

Declividade	Percentual entre área total(*) e área degradada					
	1985		1990		1995	
	Área	%	Área	%	Área	%
0 - 10 %	107,39	9,94	132,31	12,25	181,70	16,82
10 - 25%	23,43	2,17	25,01	2,32	28,56	2,64
25 - 45 %	9,86	0,91	10,24	0,95	9,03	0,83
45 - 100 %	2,84	0,26	3,35	0,31	2,74	0,25
Acima 100 %	0,11	0,01	0,14	0,01	0,11	0,01
Total	143,63	13,30	171,05	15,84	222,14	20,57

(*) Área total da região = 1080 km².

Este fato não foi amenizado de 1990 para 1995 quando este índice aumentou para 20,57%, não havendo portanto recuperação de área em nenhum dos períodos estudados.

TABELA 44 - Relação percentual entre a área total do parque com as áreas alteradas relacionadas com a declividade.

Declividade	Percentual entre área total (*) e área degradada					
	1985		1990		1995	
	Área	%	Área	%	Área	%
0 - 10 %	19,54	6,00	32,50	9,98	26,34	8,09
10 - 25%	8,13	2,50	8,57	2,63	6,31	1,94
25 - 45 %	5,11	1,57	4,98	1,53	3,84	1,18
45 - 100 %	1,75	0,54	1,61	0,49	1,42	0,44
Acima 100 %	0,05	0,02	0,05	0,01	0,06	0,02
Total	34,57	10,62	47,70	14,65	37,98	11,67

(*) Área total do parque = 325,57 km²

Já o parque teve um índice de degradação inicial (ao período estudado) de 10,62% (tab. 44), isto é inferior ao da região como um todo – 13,30% em 1985 (tab. 43), mas chegou a 1995 com um índice ainda inferior, qual seja 11,67% (tab. 44) se comparado aos dados da região como um todo que foi de 20,57% neste ano (tab. 43). Isto caracteriza uma deterioração menor na área criada para preservação e melhoria da qualidade ambiental.

Esta imagem fica bem clara ao visualizar as figuras 36, 37 e 38: figuram aumento na extensão e concentração de áreas degradadas em determinadas regiões, e mais acentuadamente ao norte do parque.

Este é um dado preocupante que merece mais atenção e detalhamento nos estudos, pois se trata de uma região com muita peculiaridade de relevo – mescla de baixas e altas altitudes com encostas abruptas – portanto, muito sensível aos efeitos dos desmatamentos e formas de uso e ocupação do solo.

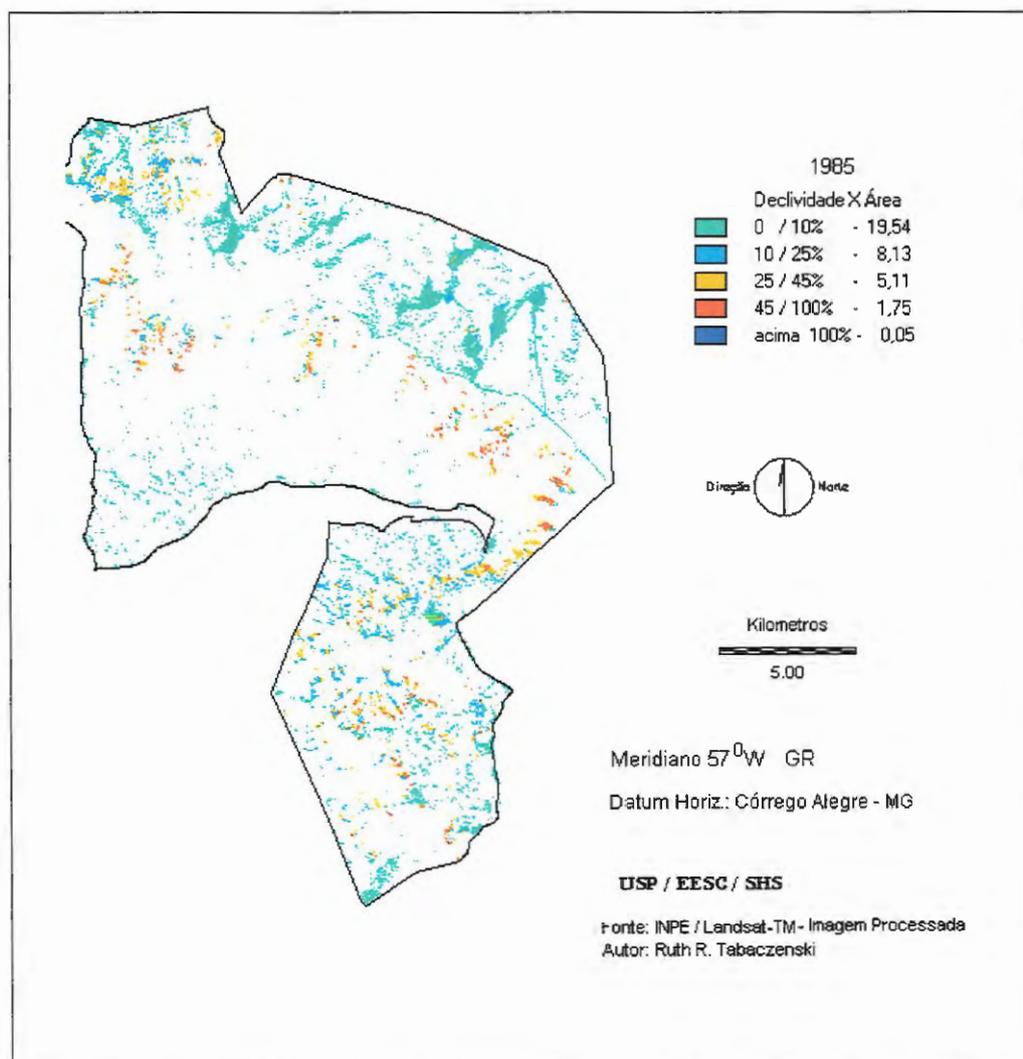


FIGURA 36 – Áreas Alteradas Relacionadas com a Declividade, no Parque, em 1985

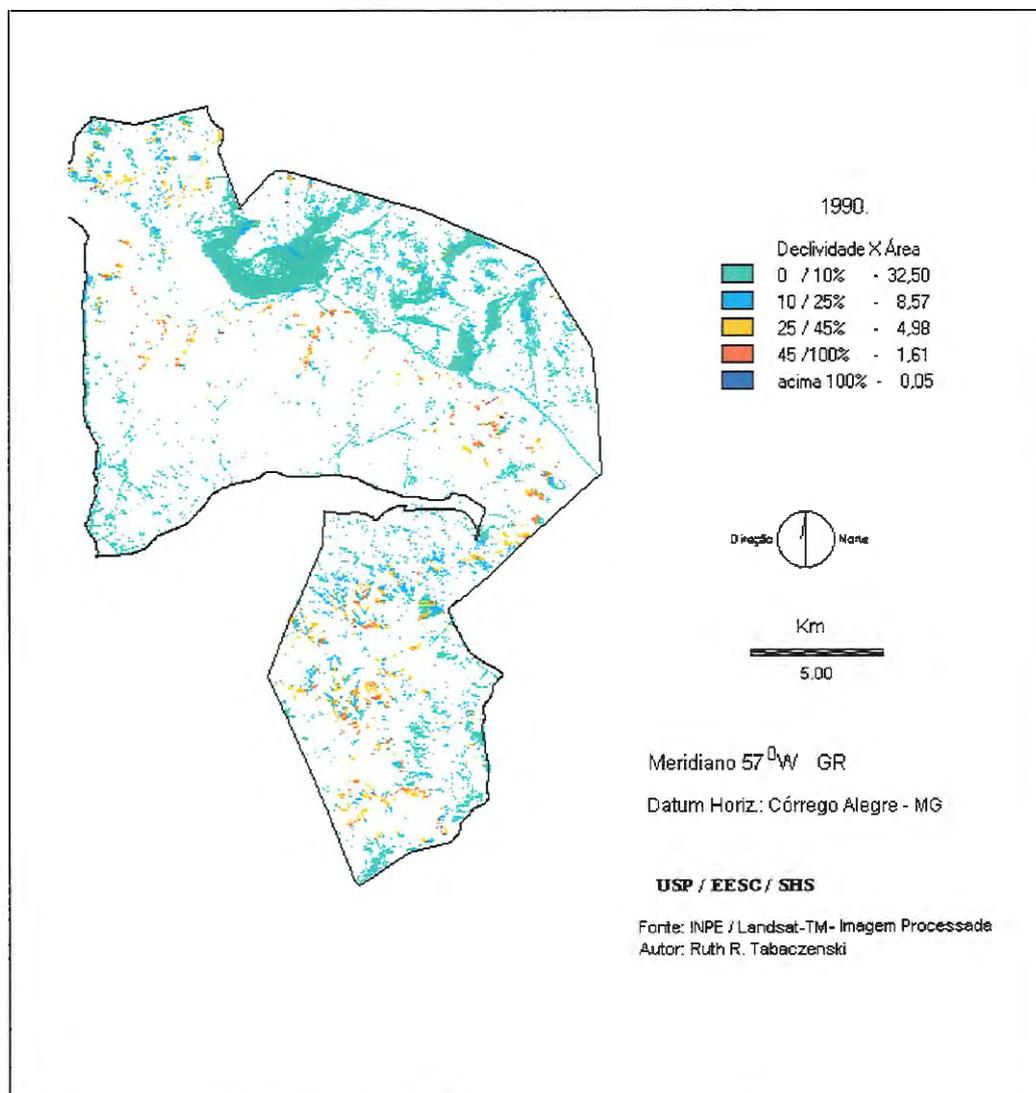


FIGURA 37 – Áreas Alteradas Relacionada com a Declividade, no Parque, em 1990.

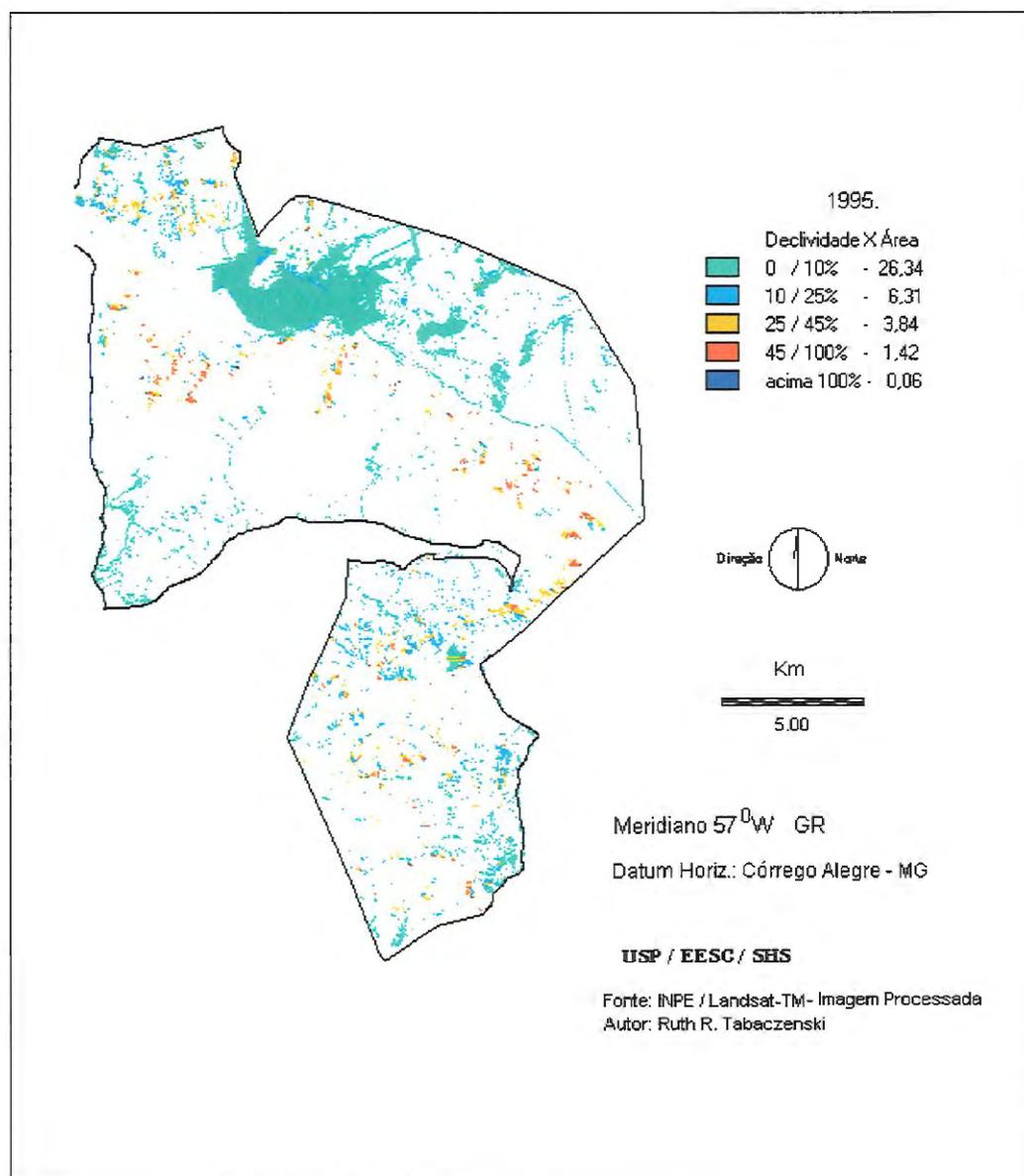


FIGURA 38 - Áreas Alteradas Relacionada com a Declividade, no Parque, em 1995.

5.1.5 Infra-estrutura e as Transformações Territoriais

Como resultante das atividades do desenvolvimento econômico e crescimento populacional, uma dinâmica na utilização dos recursos naturais é implementada, e mudanças permanentes e contínuas são efetuadas no uso e ocupação do solo.

Em conseqüência, estudo da influência de fatores que possam provocar estas mudanças são requeridos para o estabelecimento de políticas de manejo apropriadas. Mas, analisar tal matéria é de certa forma tarefa complexa que exige a análise de variáveis interconectadas entre si. Neste contexto, utiliza-se, neste trabalho, os dados de sensoriamento remoto e mapeamento digital, para analisar a possível influência da infraestrutura (neste caso estradas e rodovias) implantada na região como fator de indução de degradação ambiental.

Para a consecução desses objetivos, figuras e tabelas foram construídas utilizando o seguinte método:

- 1- das imagens de uso e ocupação do solo, provindas do geoprocessamento das imagens de sensoriamento remoto, separaram-se (RECLASS – Multiply) as regiões com áreas degradadas nos anos 1985, 90 e 95,
- 2- Criou-se uma imagem raster com as informações de infra-estrutura (INITIAL/VECTOR->RASTER),
- 3- calculou-se a distância a partir da rodovia (DISTANCE),
- 4- reclassificou-se em 500, 500 a 1000 e 1000 a 1500 metros as distâncias, a partir das rodovias (RECLASS),
- 5- realizou-se o cruzamento das informações de áreas degradadas com as distâncias a partir das rodovias (OVERLAY - Multiply),
- 6- calcularam-se as respectivas áreas (ÁREA), e elaboraram-se tabelas com os dados,
- 7 – para separar apenas as informações contidas na região do PNCG, realizou-se a sobreposição das imagens (OVERLAY – Multiply) criadas nos

itens anteriores (os da descrição deste procedimento), com a imagem 'máscara'³² da região do parque.

Um exame visual das imagens (figs. 39, 40 e 41) claramente indica que a região do entorno do parque mantém características de diminuição de degradação em relação à distância, ou seja, esta se torna menos intensa à medida que se afasta das rodovias. E, nas mesmas imagens, verifica-se o aumento progressivo da degradação de 1985 para 1990, e deste para 1995. Este resultado é bem consistente com o que pode ser visto na tabela 45.

TABELA 45 - Área degradada, na região(**), pela indução da infra-estrutura.

ANOS	Distância a partir das estradas					
	500 m		500 a 1000 m		1000 a 1500 m	
	Área (km ²)	% (*)	Área (km ²)	% (*)	Área (km ²)	% (*)
1985	51.10	4.73	24.05	2.23	17.63	1.63
1990	59.48	5.51	30.90	2.86	20.54	1.90
1995	76.05	7.04	40.45	3.75	25.99	2.41

(*) Cálculo em função da área total da região.

(**) Área de 1080,00 km².

De forma geral, as figuras 42, 43 e 44 e tabela 46, evidenciam que, o ocorrido na região como um todo, não é constatado ao serem analisados os dados do parque em si, pois estes apresentam, também, um incremento progressivo no período 85/90, mas, um decréscimo destes para 1995, para cada distâncias analisadas individualmente. Um retrato, de certa forma surpreendente, por se tratar de regiões de pequena extensão e contíguas, portanto, supostamente sujeitas ao mesmo padrão de índices degradativos.

³² Imagem 'máscara' é uma imagem com o contorno do parque, com valores de identificadores igual a 1 na parte do parque e zero no restante da região.

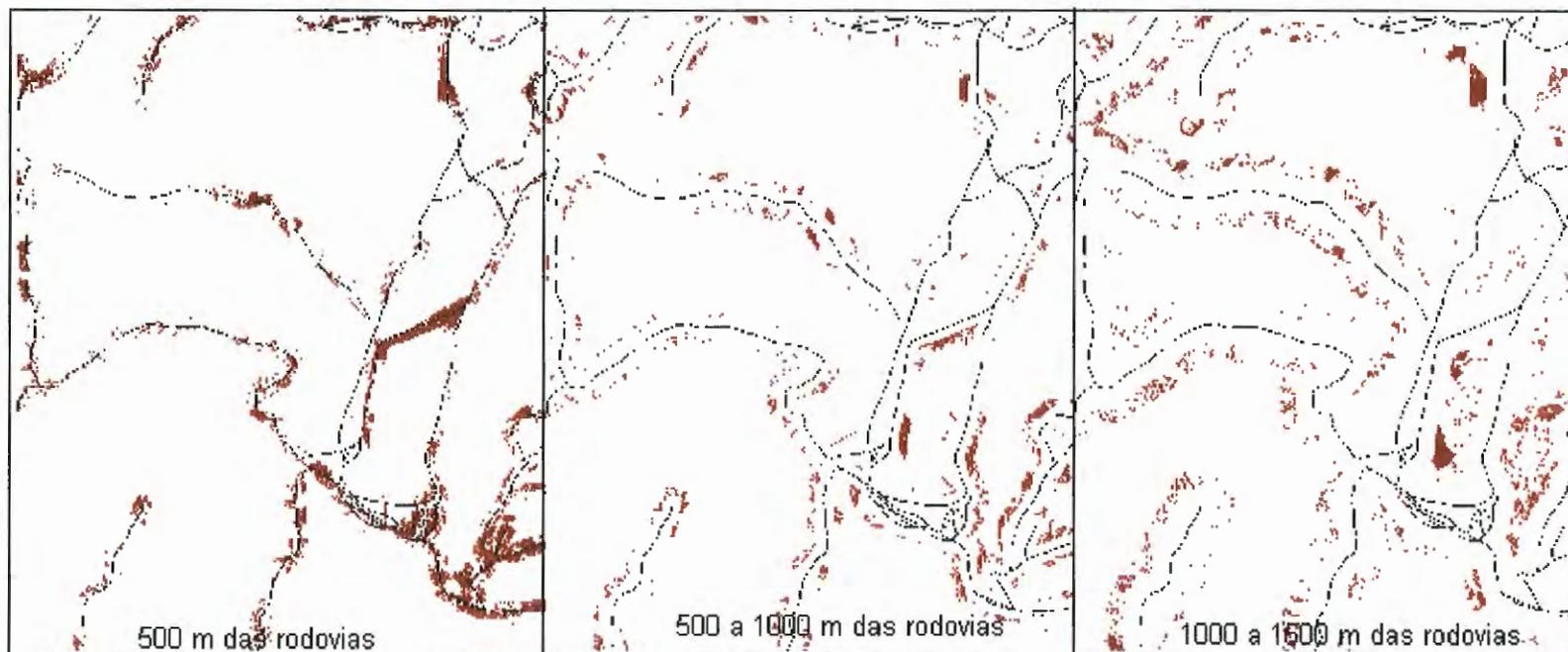


FIGURA 39 – Área degradada, na região, em função da distância da infra-estrutura em 1985.

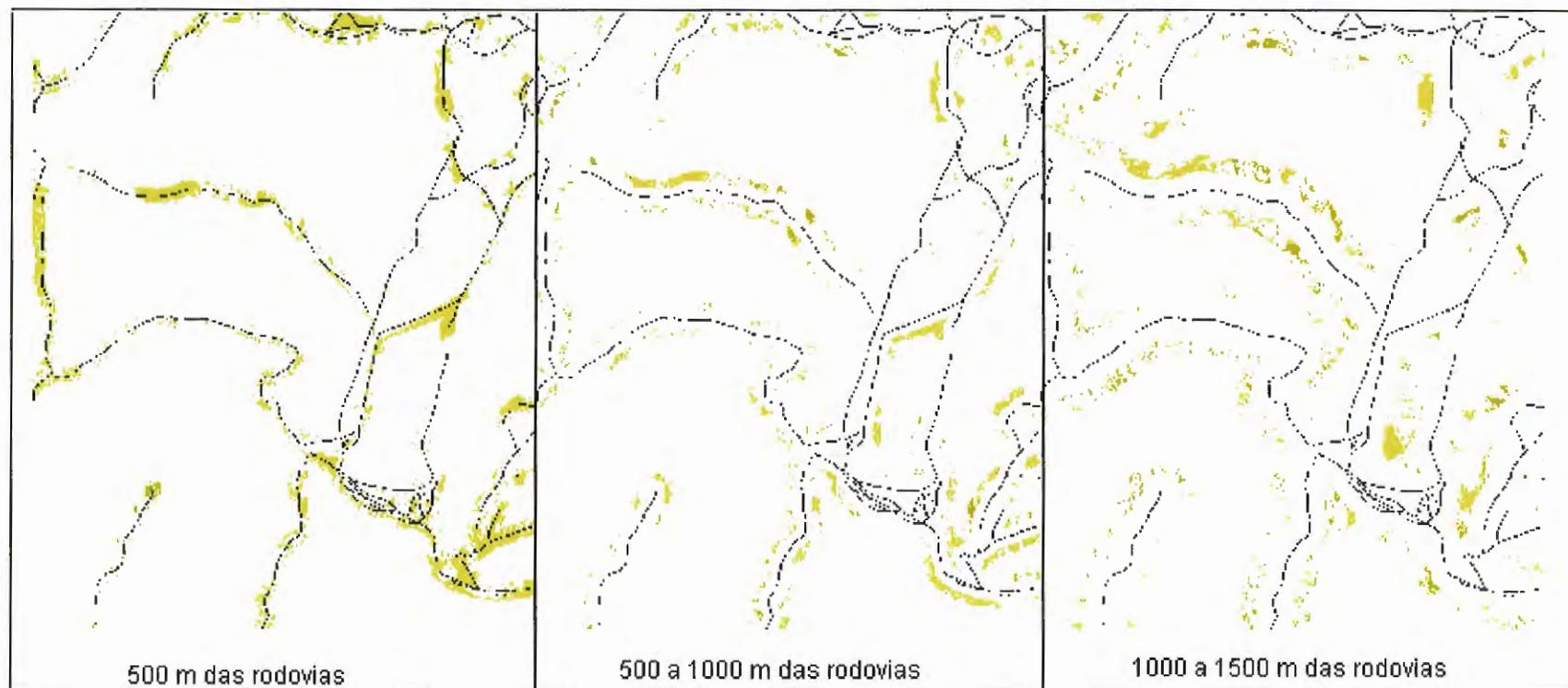


FIGURA 40 -Área Degradada, na região, pela indução de infra-estrutura – 1990.

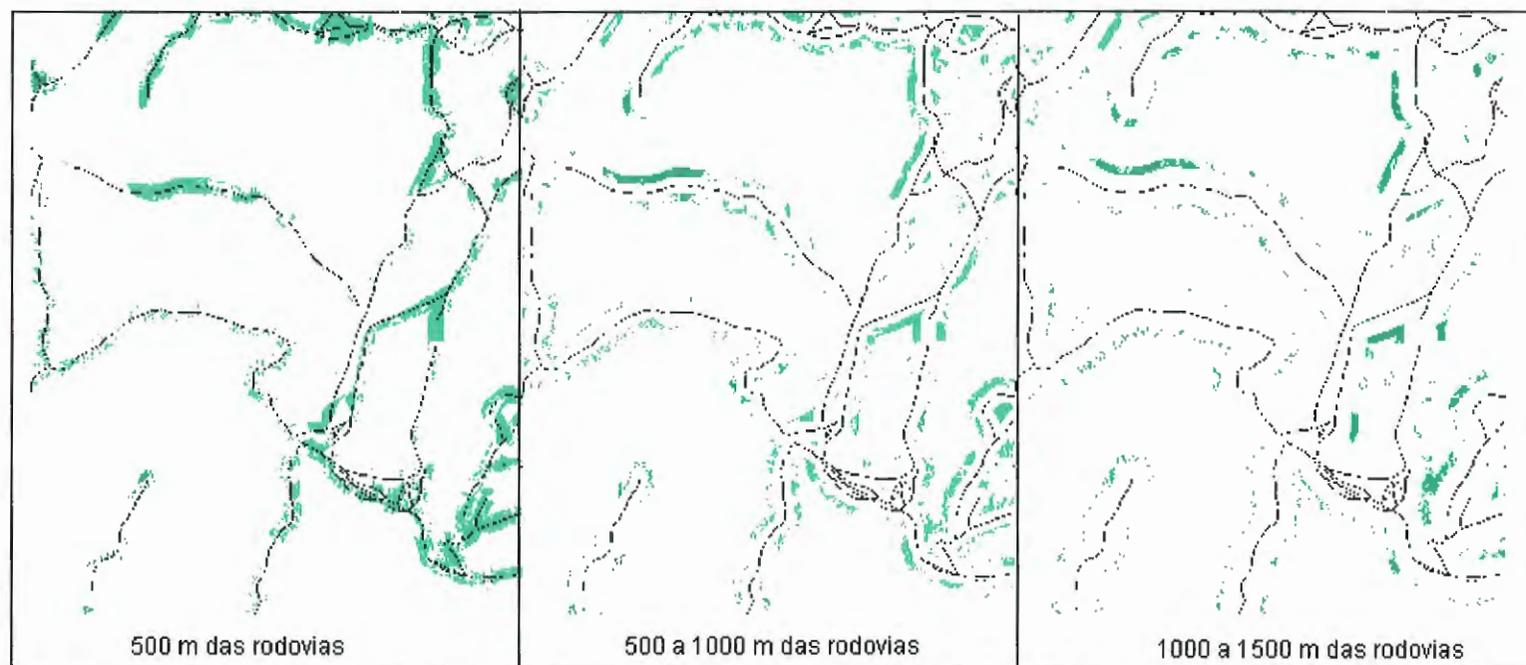


FIGURA 41 – Área degradada, na região, em função da distância da infra-estrutura em 1995.

Hipóteses diversas podem ser levantadas para tentar explicar o fenômeno:

- ações eficientes de educação ambiental e fiscalização desenvolvidas no parque;
- implementação e cumprimento de legislações mais rígidas;
- problemas econômicos no país e nos setores de agricultura e pecuária;
- população autóctone suficientemente conscientizada da função do parque como agente de preservação e conservação;
- ou simplesmente uma coincidência de resultado de dados quantitativos positivos, mas que não espelham uma realidade.

De qualquer forma, estudos mais detalhados são indicados para chegar-se a um veredicto real.

Observa-se também na tabela 46 que houve uma diminuição da intensidade com que as áreas foram alteradas, à medida que estas se tornam mais distantes das estradas.

TABELA 46 - Área Degradada, no parque, pela indução da infra-estrutura.

ANOS	Distância a partir das estradas					
	500 m		500 a 1000 m		1000 a 1500 m	
	Área (km ²)	% (*)	Área (km ²)	% (*)	Área (km ²)	% (*)
1985	6.43	1.97	5.18	1.59	4.6	1.41
1990	10.8	3.32	8.26	2.54	7.26	2.23
1995	9.46	2.91	7.79	2.39	5.6	1.72

(*) Cálculo em função da área total do PNCG (325,57 km².)

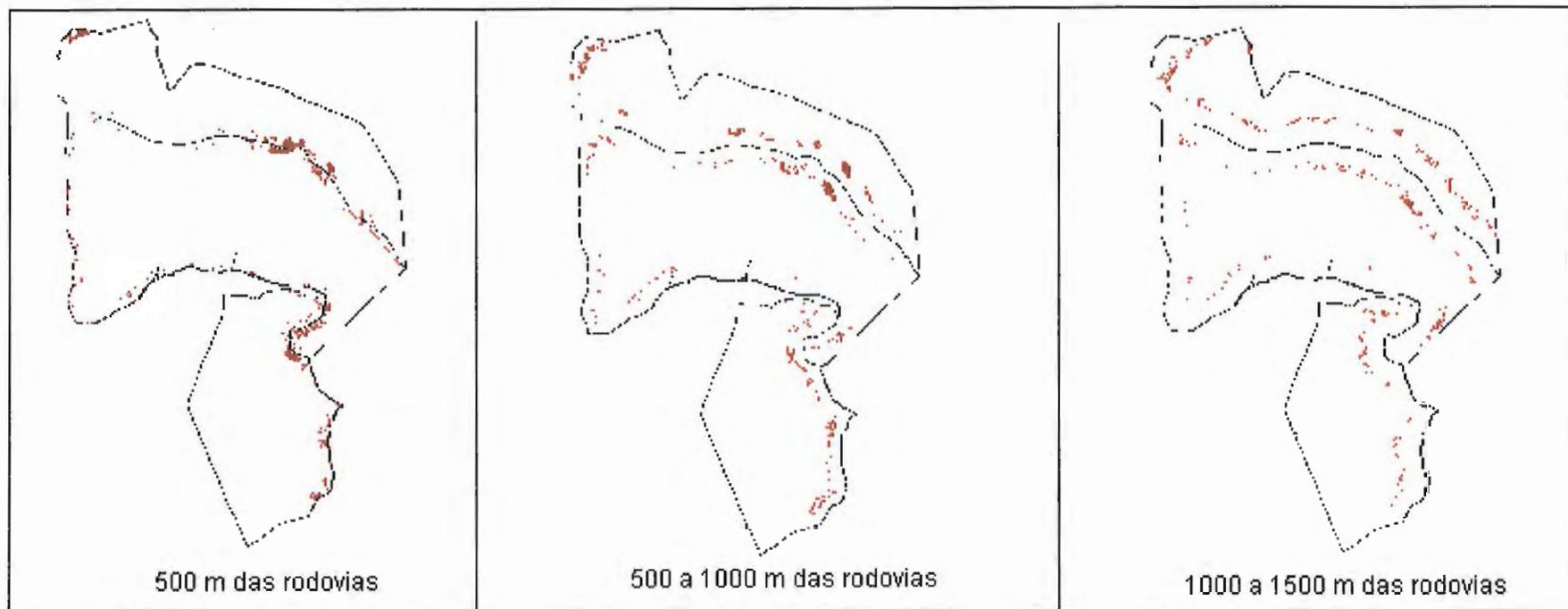


FIGURA 42 -Área Degradada, no parque, pela indução de infra-estrutura - 1985

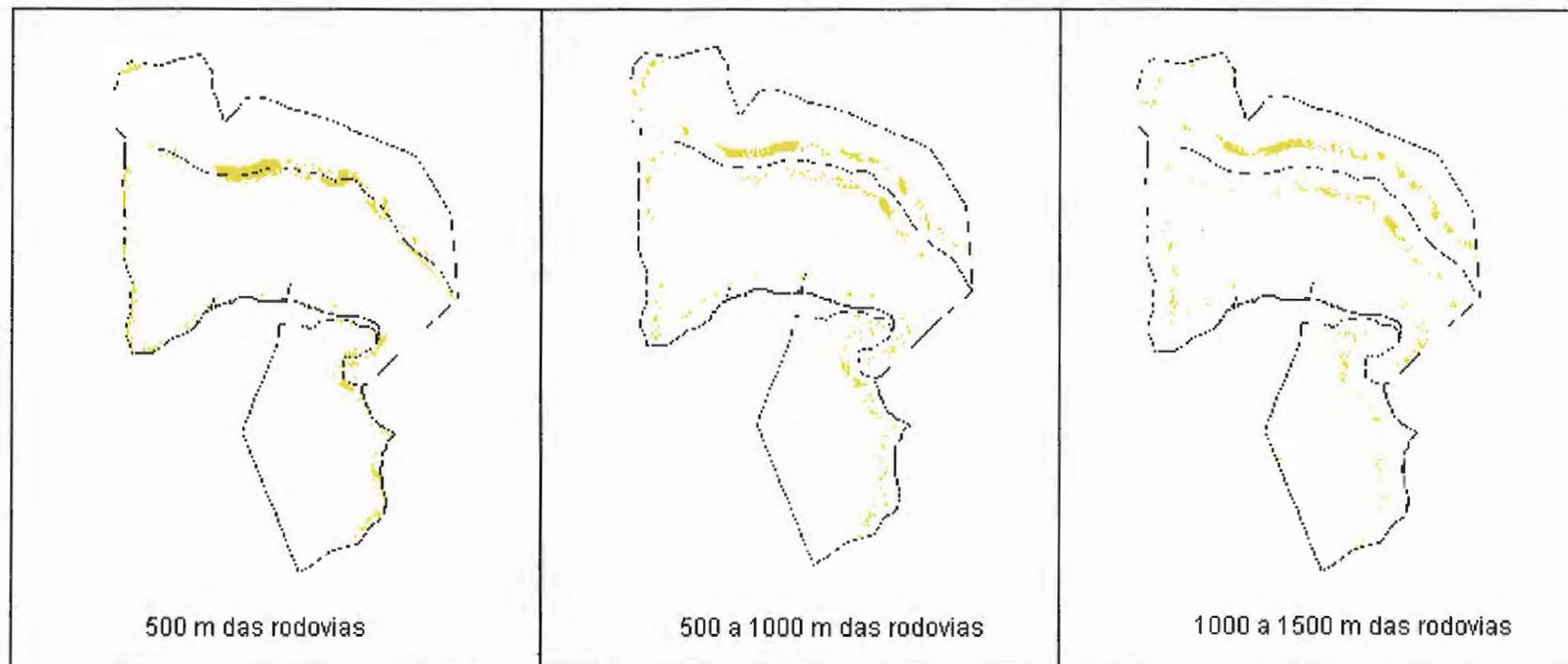


FIGURA 43 – Área degradada, no parque, pela indução da infra-estrutura - 1990.

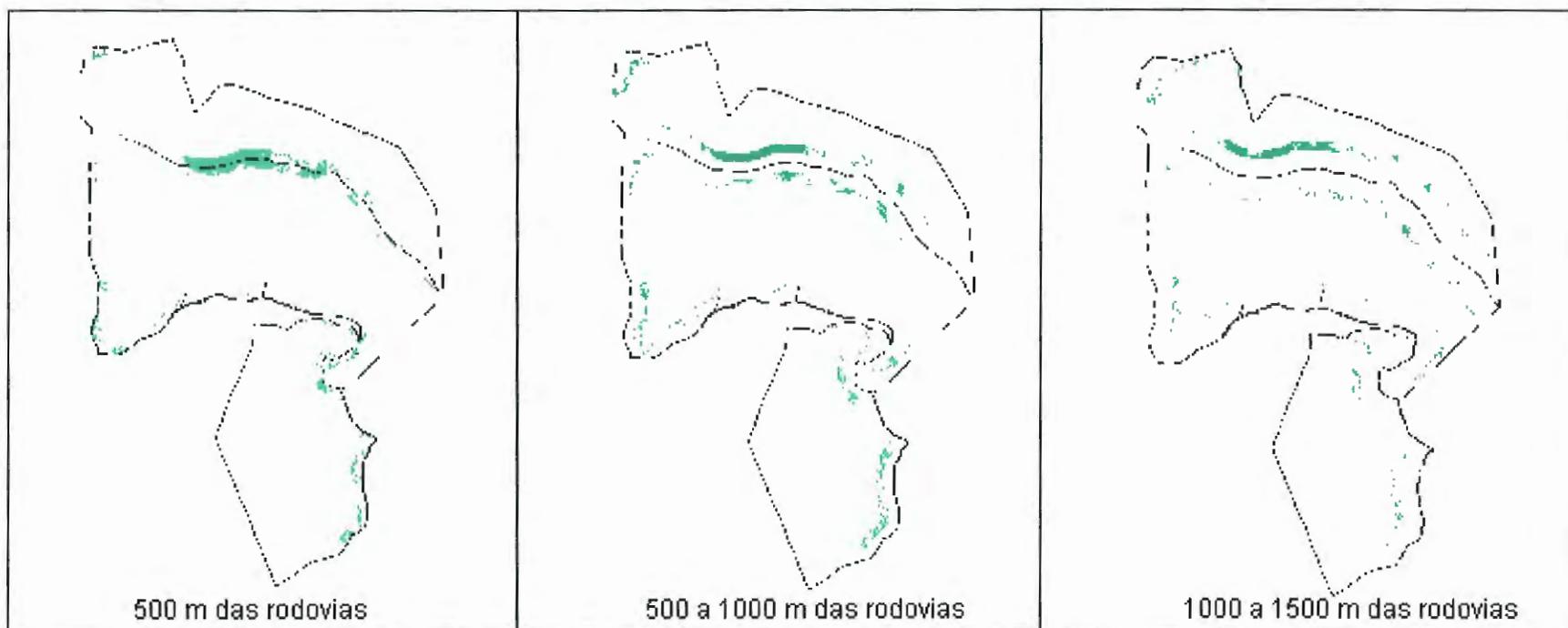


FIGURA 44 – Área alterada, no parque, por indução da infra-estrutura –1995.

A região do entorno do parque mantém características de aumento de degradação em relação à distância da infra-estrutura em função do tempo (tab. 47). Ou seja, os períodos 85/90, 90/95 e 85/95 apresentam, respectivamente, incremento de 16,40%, 27,86% e 48,83%, nos primeiros 500 m, a partir das estradas, o que, da mesma forma, embora com outros índices, ocorre nos próximos 1000 m e 1500 m.

TABELA 47 - Índice de Áreas Degradadas, em função do tempo, pela indução da infra-estrutura, na região.

DISTÂNCIA	ÁREA (km ²)			ÍNDICE DE CRESCIMENTO (%)		
	1985	1990	1995	85/90	90/95	85/95
500 m	51.10	59.48	76.05	16.40	27.86	48.83
500 a 1000 m	24.05	30.90	40.45	28.48	30.91	68.19
1000 a 1500 m	17.63	20.54	25.99	16.51	26.53	47.42

Nos dados em relação ao parque (tab. 48), constata-se que a quantidade de área degradada no primeiro período pesquisado – 85/90 – apresenta um percentual de crescimento de mais de 55%, em todas as distâncias analisadas.

Mas, no período 90/95, houve um decréscimo na quantidade de áreas degradadas, mostrando que neste quinquênio, houve uma franca recuperação da vegetação da região. Já a década de 1985 a 1995 foi acentuada nos primeiros 1000 m a partir das estradas e bem menos intensa nos 500 metros seguintes.

Pode-se, de certa forma, inferir destes dados que a intensidade de degradação no parque tem uma estreita relação com a infra-estrutura existente no mesmo. E, que, talvez, esta seja causada principalmente por práticas agro-silvo-pastoris ou em segunda instância por turismo predatório. Um trabalho de campo detalhado pode determinar melhor a causa.

TABELA 48 - Índice de Áreas Degradadas, em função do tempo, pela indução da infra-estrutura, no parque.

DISTÂNCIA	ÁREA (km ²)			ÍNDICE (%)		
	1985	1990	1995	85/90	90/95	85/95
500 m	6.43	10.8	9.46	67.96	-12.41	47.12
500 a 1000 m	5.18	8.26	7.79	59.46	-5.69	50.39
1000 a 1500 m	4.6	7.26	5.6	57.83	-22.87	21.74

Por outro lado, quando se analisa a tabela 49 que relaciona a área alterada, na região, em função das distâncias, constata-se, nos anos estudados - 1985, 1990 e 1995 -, que nos primeiros 500 m, a partir das estradas, concentra-se a maior proporção - cerca de 35% - da degradação total ocorrida na região, sendo que desta até os 1000 m representa cerca de 17% a 18% do mesmo total, e até os 1500 m estudados ocorre em torno de 12% do total área degradada na região. Tal constatação reforça a hipótese de que a degradação ambiental seja fortemente influenciada pela infra-estrutura. Obviamente, esta hipótese necessita de melhores evidências, através de estudos mais detalhados, para ser comprovada como fator incontestável.

TABELA 49. Relação entre o total de área alterada na região e as áreas alteradas em função da infra-estrutura ao longo do período 1985-1995

DISTÂNCIA	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
500 m	51.10	35.58	59.48	34.77	76.05	34.24
500-1000 m	24.05	16.74	30.90	18.06	40.45	18.21
1000-15000 m	17.63	12.27	20.54	12.01	25.99	11.70
Total área deg. na região.	143.63	100.00	171.05	100.00	222.14	100.00

A análise da tabela 50 deixa claro, mais uma vez, que a mais forte degradação ocorre quanto mais próximo estiver da infra-estrutura, sendo que, neste caso, verifica-se que a intensidade de degradação no parque foi, de maneira geral, menor que na região como um todo.

TABELA 50 - Relação entre o total de área alterada no parque e as áreas alteradas em função da infra-estrutura ao longo do período 1985-1995

DISTÂNCIA	1985		1990		1995	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
500 m	6.43	18.60	10.80	22.64	9.46	25.11
500-1000 m	5.18	14.98	8.26	17.31	7.79	20.67
1000-1500 m	4.60	13.31	7.26	15.22	5.60	14.86
Total área deg. no parque.	34.57	100.00	47.71	100.00	37.98	100.00

A depender dos dados e informações disponíveis, a mesma análise pode ser realizada para outros tipos de infra-estrutura das quais a região em estudo for servida.

5.1.6 Turismo, condicionante de alterações no ambiente

O conceito *turismo* surgiu no século XVII na Inglaterra, segundo BARRETO (1997), “referido a um tipo especial de viagem. A palavra *tour* é de origem francesa, como muitas palavras do inglês moderno que definem conceitos ligados à riqueza e à classe privilegiada. Isto aconteceu porque, durante o tempo em que a Inglaterra esteve ocupada pelos franceses (Normandos, século X e XIV), a corte passou a falar francês, e o inglês escrito quase desapareceu. A palavra *tour* quer dizer *volta* e tem seu equivalente no inglês *turn*, e no latim *tornare*. O pesquisador suíço, Arthur Haulot, acredita que a origem da palavra está no hebraico *Tur* que aparece na Bíblia com o significado de viagem de reconhecimento”.

O surgimento do turismo na forma que se conhece, hoje, não foi um fato isolado; o turismo sempre esteve ligado ao modo de produção e ao desenvolvimento tecnológico. O modo de produção determina quem viaja, e o desenvolvimento tecnológico, como fazê-lo. No século XIX, após o advento da Revolução Industrial (século XVIII), começaram as primeiras viagens organizadas com a intervenção de um agente de viagens, e é esse o começo do turismo moderno.

Do ponto de vista territorial, o turismo é o grande consumidor de espaços e um produtor e transformador de primeira magnitude. É ao mesmo tempo consumidor de território, isto é, utilizador do solo do espaço, produtor de riqueza e transformador, no sentido em que impacta o território natural organizado.

Houve uma época em que os gestores da atividade turística não tinham nenhuma consciência dos problemas ambientais; nesse contexto, as associações de proteção da natureza eram totalmente imaturas, por isso, mal estruturadas e ‘radicais’. Os choques eram inevitáveis. Atualmente, muitos empresários já se conscientizaram de que seus interesses se situam em ambientes preservados e que não podem se apropriar de um capital e degradá-lo, pois ele pertence também às gerações futuras.

Segundo RUSCHMANN (1997), “ o relacionamento do turismo com o meio ambiente tem se caracterizado por alguns aspectos peculiares e que deverão ser considerados nas ações e estratégias do planejamento da atividade. Para que o desenvolvimento do turismo ocorra de forma equilibrada é necessário estabelecer critérios para utilização dos espaços.

De acordo com as suas características, a fragilidade dos ecossistemas naturais e a originalidade cultural das populações receptoras, Bound e Bovy (1977, P.164)³³ recomendam uma distinção entre os recursos que precisam ser protegidos, e aqueles que permitem vários graus e intensidade de aproveitamento turístico”.

O desenvolvimento sustentável da atividade, na opinião de MENDONÇA (1996), virá se os elementos ambientais forem considerados em seus três aspectos, através do conhecimento e respeito ao meio natural, através da participação ativa das populações nativas, tanto no planejamento como na implantação da atividade, e também através da abertura da possibilidade de um maior desenvolvimento das subjetividades dos indivíduos, a partir de suas viagens.

Como contribuição para o primeiro elemento do desenvolvimento sustentável, acima citado, esta parte do presente trabalho procurou detectar qual a influência que os principais pontos turísticos exercem no grau de alteração das condições naturais da região do PNCG. Para isto, procedeu-se da seguinte forma:

- construiu-se uma imagem com os pontos turísticos principais³⁴. (INITIAL/VECTOR→RASTER – Pointras).
- Construiu-se uma imagem com distâncias a partir dos pontos turísticos (DISTANCE).
- Classificou-se (RECLASS) a imagem com distâncias de 500, 500 a1000 e 1000 a 1500 metros.

³³ BOUD-BOVY, Manuel e LAWSON, Fred.(1977) *Tourism and recreation development*. Londres, The Architectural Press.

³⁴ Principais pontos turísticos: Vêu da Noiva, Cachoeirinha, Salgadeira, Mata Fria, Andorinhas, Prainha, Poços dos Namorados, Pulo e 7 de Sete mbro

- Sobrepueram-se (OVERLAY – Multiply) as imagens de cada distância com as imagens de áreas degradadas (anteriormente construídas).
- Calcularam-se os valores de áreas alteradas em função das distâncias (AREA), e construíram-se as tabelas com os valores resultantes.

Como era de se esperar, a tabela 51 mostra que houve um incremento de áreas degradadas no período 85/90, e surpreendente decréscimo nesta degradação no quinquênio 90/95, período este, coincidente com as ações governamentais de pré-criação da Área de Proteção Ambiental de Chapada dos Guimarães, portanto, um período marcado por intensa campanha de educação ambiental e fiscalizações.

TABELA 51 - Índice de Áreas Alteradas em Tomo de Pontos Turísticos do PNCG.

DISTÂNCIA	ÁREA (km ²)			ÍNDICE DE CRESCIMENTO		
	1985	1990	1995	85/90	90/95	85/95
500 m	1.01	1.3	0.74	28.71	-43.08	-32.67
1000 m	1.87	2.18	1.34	16.58	-38.53	-9.63
2000 m	2.04	2.68	2.05	31.37	-23.51	0.01

Ao serem comparadas as imagens com as áreas alteradas, a partir dos pontos turísticos (figs. 45, 46 e 47) nos diferentes anos estudados – 1985/90/95 –, verifica-se claramente a diminuição do índice de áreas degradadas, ao longo do tempo, próximas aos pontos turísticos. Pode-se constatar, ainda, que apesar de os pontos turísticos apresentarem grande intensidade de degradação, esta não é uma situação única, pois mesmo ao se afastar destes pontos verifica-se que as alterações estão também fortemente presentes.

O turismo é considerado como indústria e, assim como os demais setores da economia moderna, depende da apropriação e exploração da natureza e das sociedades locais. Os exemplos de degradação ambiental e sociocultural decorrentes do turismo são abundantes, no PNCG, e precisam ser melhor identificados, quantificados e combatidos, a fim de evitar a transferência para outros locais ainda não explorados.

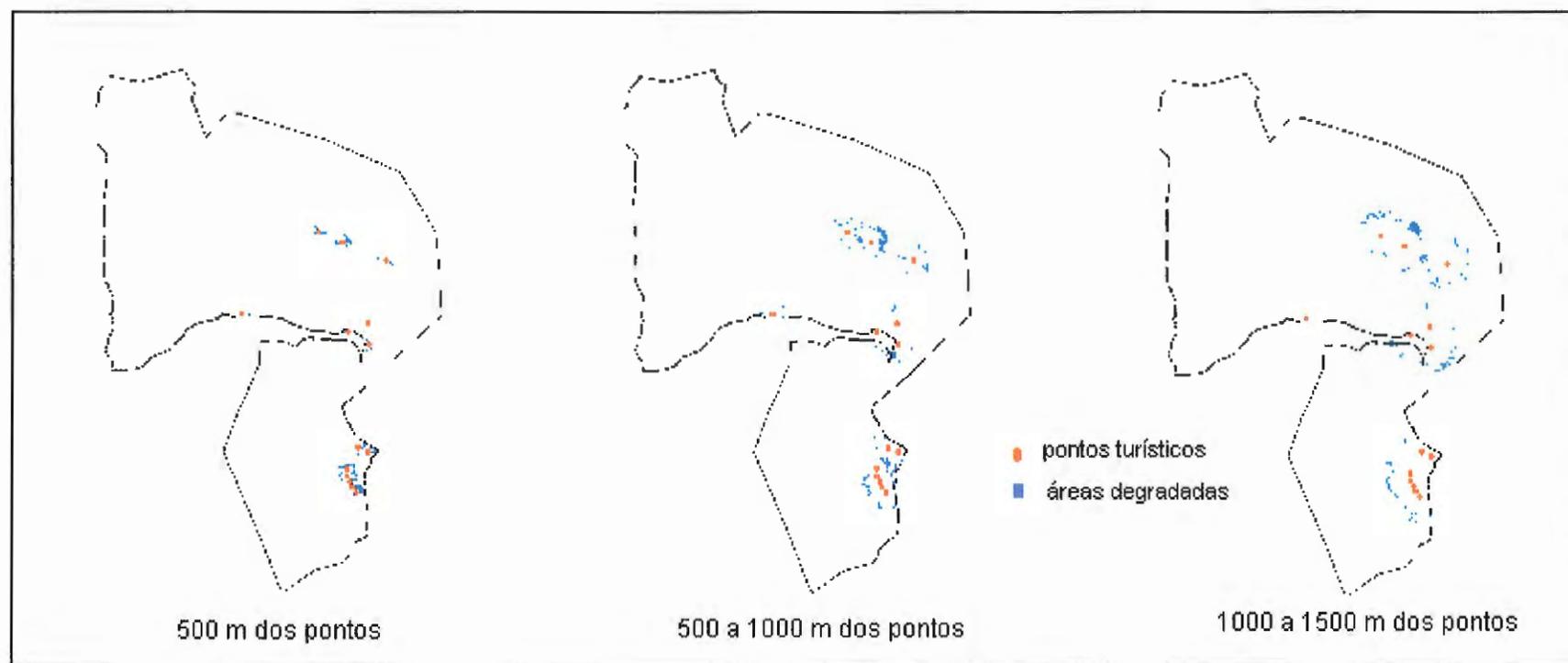


FIGURA 45 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos - 1985

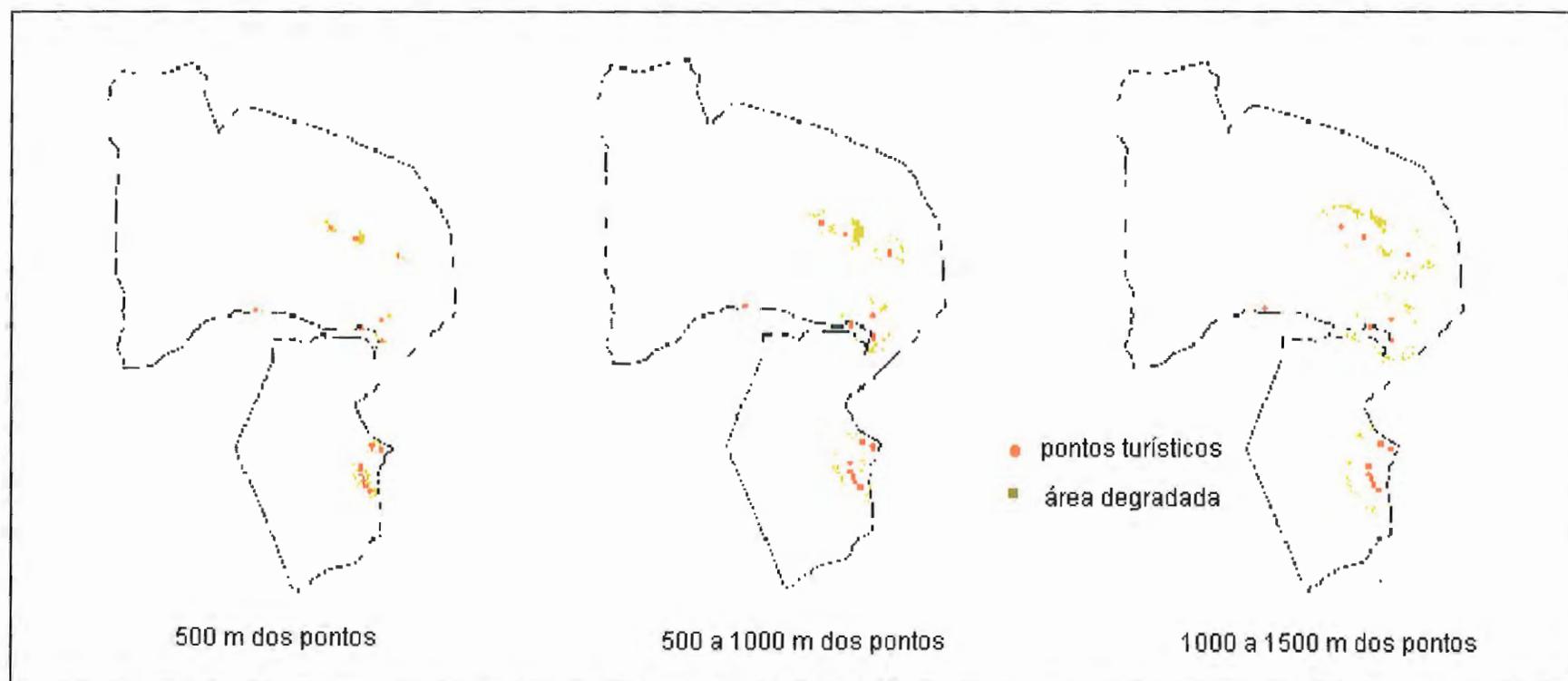


FIGURA 46 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos - 1990

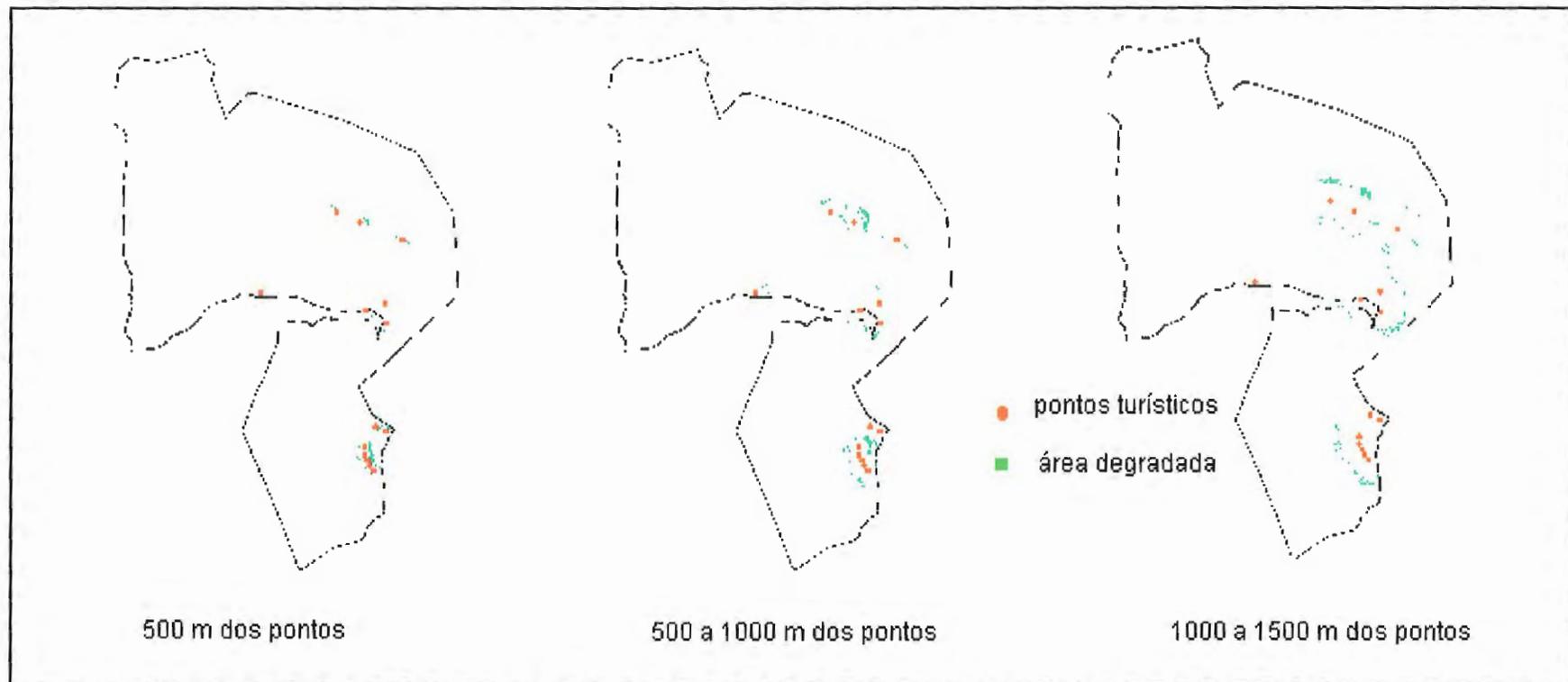


FIGURA 47 – Áreas alteradas relacionadas à distâncias dos pontos turísticos – 1995.

Em suma, conforme observado, o turismo no PNCG possui moderada influência no índice de degradação ambiental sendo ainda constatada uma diminuição da quantidade de área degradada em torno dos pontos turísticos.

5.1.7 - Condições das Matas Ciliares

Desde os primórdios da civilização, o Homem faz das proximidades do corpos d'água seu hábita e meio de sobrevivência. Como uma das principais vias de locomoção, o leito dos rios permite a migração das populações e conseqüente integração e exploração de outras partes das margens bem como de outros territórios.

Este processo contínuo, ao longo do tempo, trouxe conseqüências, hoje conhecidas, como a diminuição do volume, poluição, assoreamento dos rios e, algumas vezes, o desaparecimento de pequenas fontes de água.

Neste contexto, as matas ciliares exercem incontestavelmente um importante papel na preservação dos corpos d'água. Tanto que o Código Florestal - (Lei 4771 de 15/12/65) com pequenas alterações pelas Leis 7803/89 e 7875/89 -, estabelece em seu artigo 2º que "considera-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.
- 2) de 50 (cinquenta) metros para cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura.
- 3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura.
- 4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura.
- 5) De 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

b) ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais.

- c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.”

O cumprimento e execução de tais premissas estimulam medidas de controle, incentivo, proteção e recuperação ambiental e desempenha importante papel na promoção da gestão ambiental dos recursos hídricos.

A Política Nacional do Meio Ambiente, no disposto no artigo 9^o inciso VI, veio a complementar o referido código ao estabelecer as áreas especialmente protegidas como mais uma forma de melhoria da qualidade e proteção ambiental.

A conceituação de mata ciliar não é simples dada à existência de uma série de termos correlatos, tais como os citados por COSTA (1996): floresta ciliar, floresta galeria, mata de fecho ou anteparo, floresta de condensação, floresta paludosa, floresta de várzea, área ciliar, mata aluvial. Segundo MANTOVANI (1989), o termo mata ciliar é o mais empregado na literatura.

Foi utilizado, neste trabalho, o termo *mata ciliar*, definida como uma formação vegetal que ocorre ao longo de cursos d’água.

Estudos a respeito da eficiência da mata ciliar como agente capaz de reter e assimilar poluentes (esgotos sanitários, efluentes industriais, pesticidas, herbicidas, etc...) transportados pelo escoamento que a atravessa, foram desenvolvidos como forma de gerenciamento da qualidade da água. Deste modo, OLIVEIRA & DANIEL (1998), estudando a utilização da mata ciliar como redutor da poluição, aplicaram no SIG/IDRISI as fórmulas “Modelo de Retenção” desenvolvidas por PHILLIPS³⁵ (1989) e de “Traçado da Largura da Mata Ciliar” através do SIG/ARCINFO desenvolvida por XIANG³⁶ (1993). Os referidos autores, chegaram à conclusão de que a largura da mata ciliar, como agente redutor de poluição, é fortemente influenciada pelo tipo de cobertura do solo.

Utilizando as mesmas fórmulas, acima referenciadas, OLIVEIRA & DANIEL (1999) estudaram a largura de faixa de mata ciliar necessária para

³⁵ PHILLIPS, J. D. (1989) *An evaluation of the factors determining the effectiveness of water quality buffer zone*. In: J. Hydrology, V. 107, p. 133-145.

o controle da poluição, causada pela Amônia e Fósforo. Os autores concluíram que a largura mínima para remoção depende do poluente, ou seja, quanto maior a resistência à degradação biológica, maior a largura da faixa. E, também, que os valores estipulados pelo Código Florestal são algumas vezes subestimados, e outras, superestimados.

Os estudos, destacando-se os florísticos e fitossociológicos, que tratam as matas ciliares como unidade destacada da paisagem, segundo COSTA (1996), são bastante recentes. Segundo o autor, foi somente a partir da década de 70 que começaram a surgir trabalhos de análise e descrição da flora e estrutura da vegetação, destacando-as das formações vegetais próximas.

Desta maneira, entende-se que para a consecução de qualquer plano de ação, a caracterização ambiental constitui uma importante etapa; isto, porque é responsável pela determinação quantitativa e qualitativa das suscetibilidades naturais do meio.

Assim, o *zoneamento ambiental* como um dos instrumentos da política ambiental nacional (Lei 6938/81), vem a subsidiar a contribuição desta etapa do trabalho, procurando fornecer a quantificação e localização das áreas com matas ciliares degradadas existentes na região em estudo.

Desta forma, as matas ciliares degradadas foram detectadas e quantificadas da seguinte maneira:

1 – identificação das áreas degradadas, na região como um todo, através do módulo RECLASS, aplicado às imagens, contendo as informações de uso e ocupação do solo, nos anos 1985, 1990, e 1995;

2 – determinação de distâncias a partir dos corpos d'água;

3 – delimitação de faixas de 30 (trinta) metros a partir dos cursos d'água, nas duas margens;

4 – sobreposição das informações das áreas degradadas com a área delimitada em torno dos corpos d'água, através do módulo OVERLAY-Multiply;

5 – cálculo das áreas degradadas, detectadas ao longo dos rios.

³⁶ XIANG, WEI-NING (1993). *A GIS method for water quality buffer generation*. In: Int. J.

Para obter as informações da área do parque, foi executada a sobreposição (OVERLAY-Multiply) da 'máscara' do parque com as imagens obtidas no item 5 deste procedimento. E, a seguir foi calculada a área de cada uma das imagens.

Cabe observar que estes cálculos, dada a resolução de 30 por 30 metros das imagens do sensor Landsat-TM, forneceram predominâncias ocorridas e não dados exatos a serem utilizados em cálculos para fins mais específicos.

No estudo da dinâmica das matas ciliares, observou-se que em 1985 a região detinha cerca de 8,30 km² - dados do módulo AREA - da sua mata ciliar degradada e que esta degradação ocorria, de certa forma, não 'pontilhada' ao longo dos cursos d'água (fig.48). Com o passar do tempo, esta degradação foi intensificando-se e formando grandes 'blocos' ao longo das margens, conforme ilustrado nas figuras 49 e 50. Em 1990, chegou a atingir cerca de 12,99 km²; em 1995, atingiu 14,59 km² da região estudada.

Esta evolução observada em termos percentuais corresponde a um aumento de 56,51% de 1985 para 1990, contra apenas 12,32 % deste último ano para 1995. Constata-se que houve, de certa forma, uma desaceleração na intensidade com que as matas ciliares sofreram algum tipo de agressão.

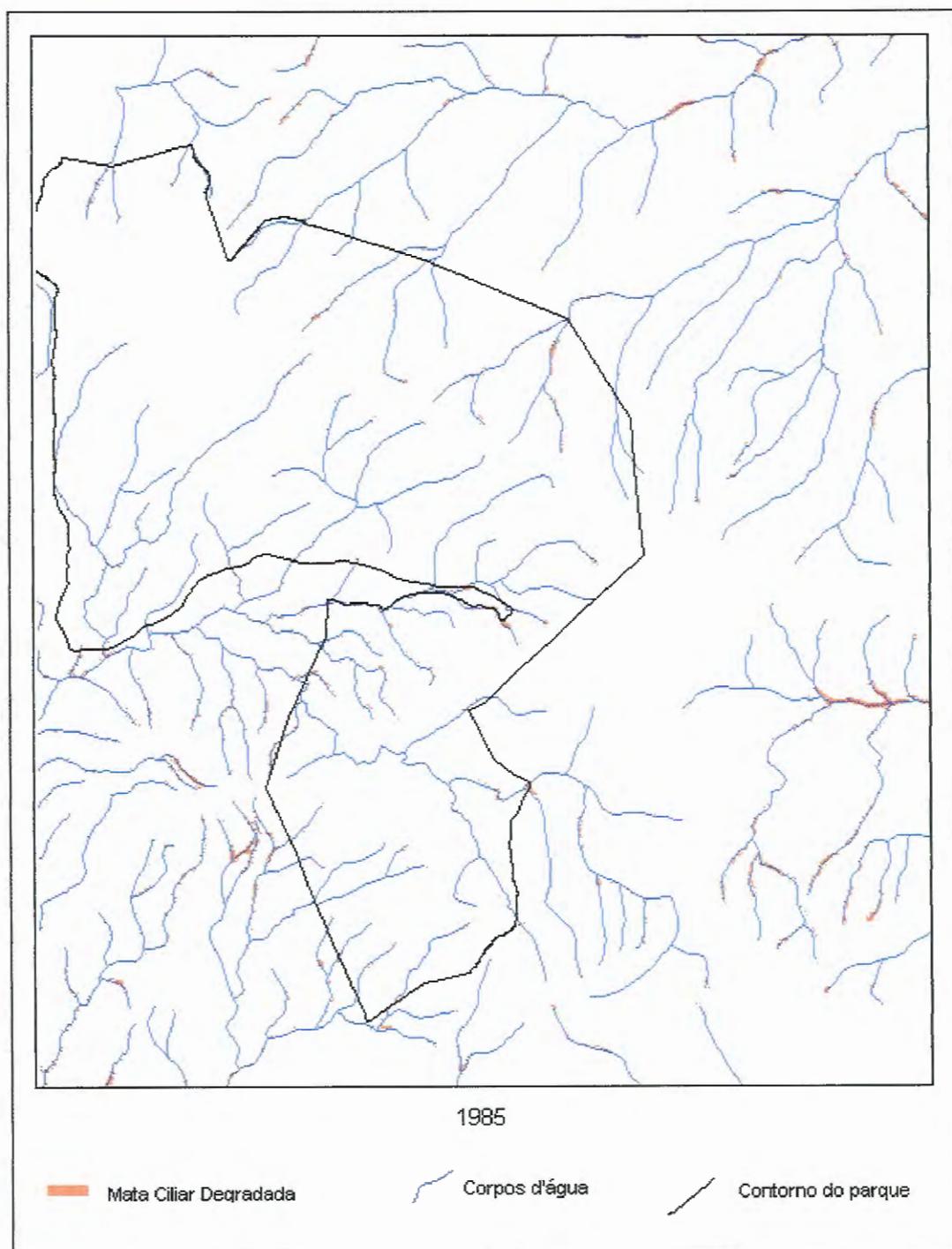


FIGURA 48 - Mata ciliar devastada até 1985, na região.

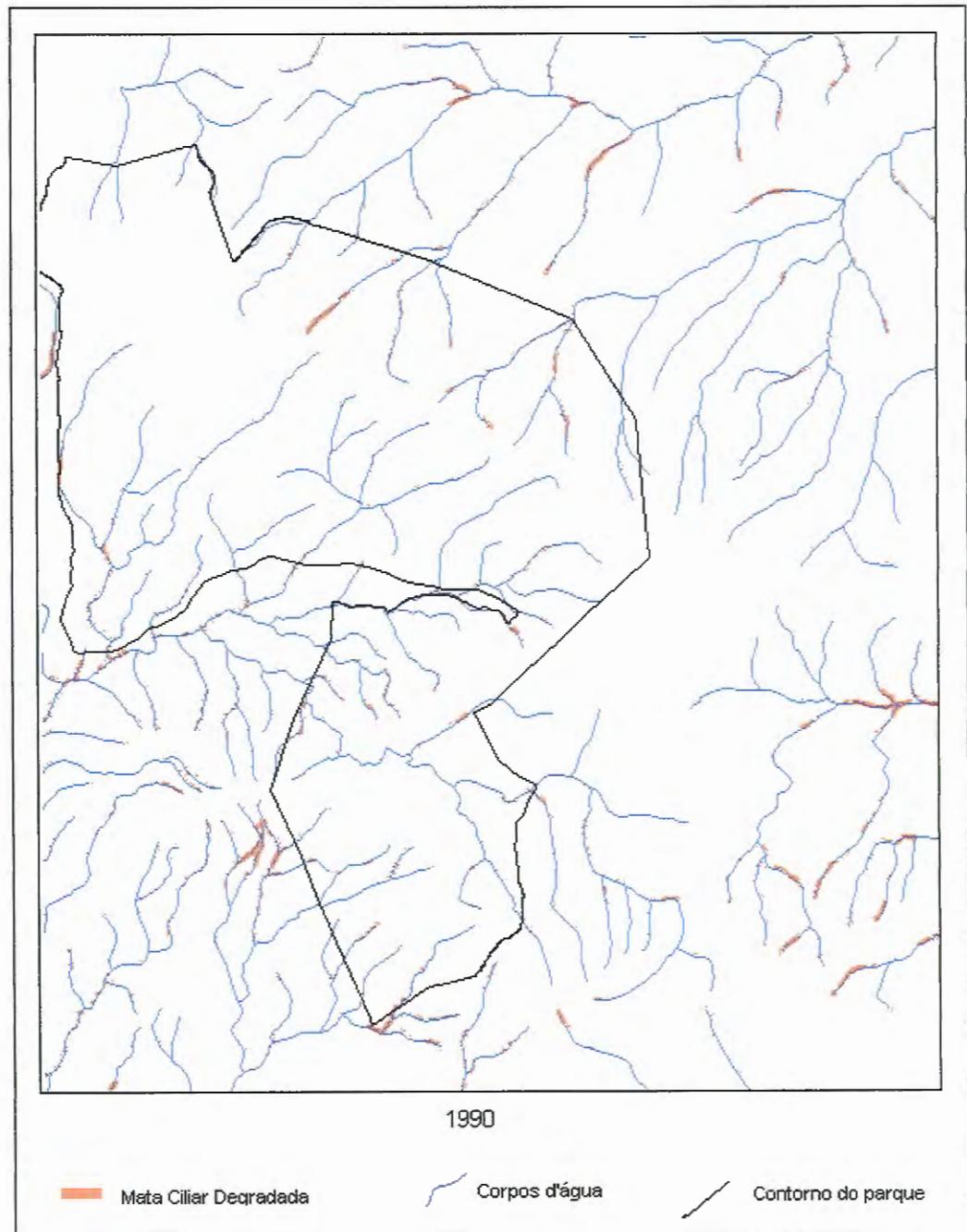


FIGURA 49 - Mata ciliar devastada até 1990, na região.

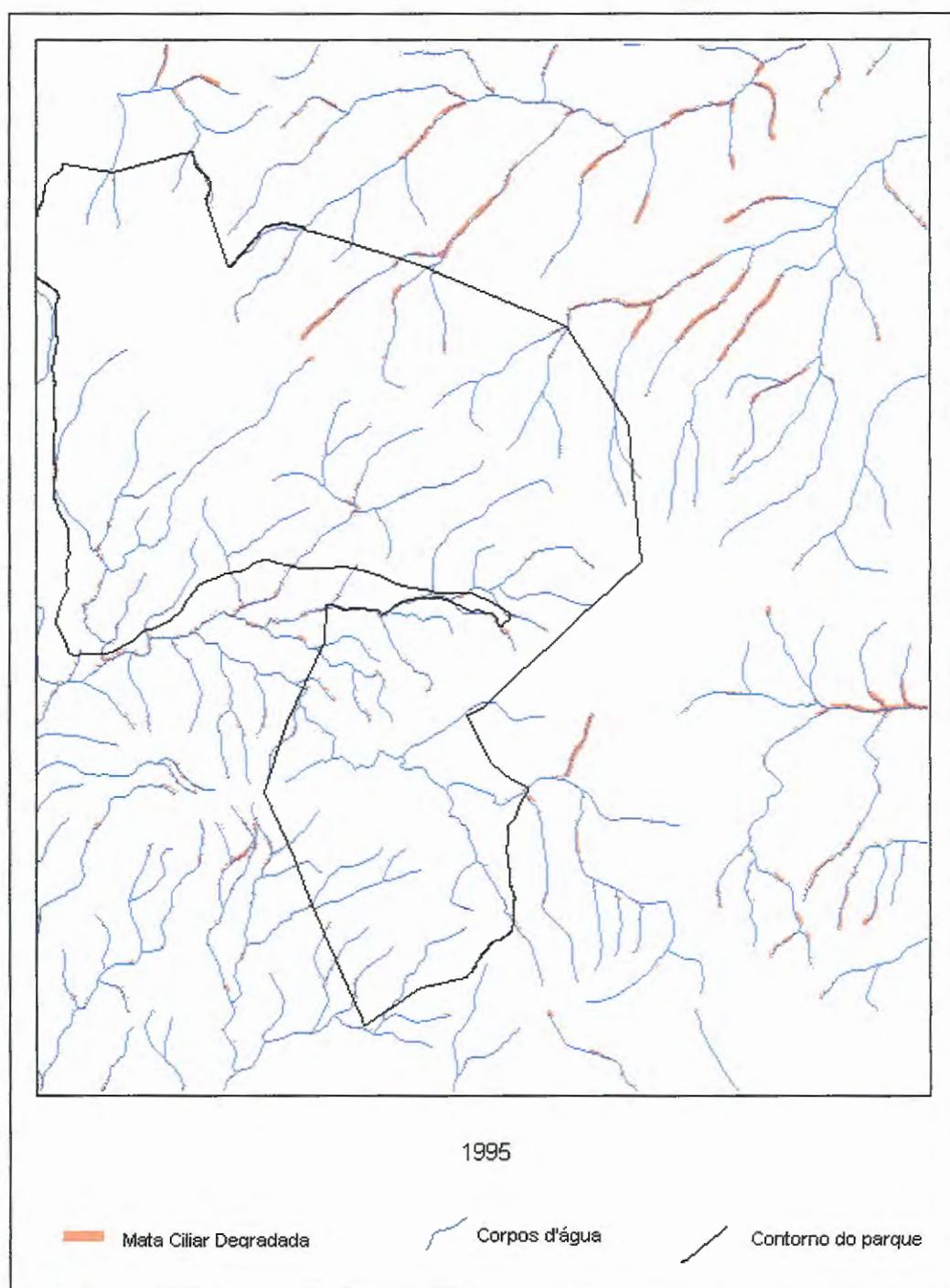


FIGURA 50 - Mata ciliar devastada até 1995, na região.

No parque, a degradação da mata ciliar apresentou um comportamento diferenciado em relação à região como um todo. Isto é, houve um crescimento de 1,40 km² em 1985 para 3,21 km² em 1990 (módulo AREA), o que representa um aumento acentuado de 130% na quantidade de áreas alteradas no período. Isto pode ser facilmente visualizado ao se compararem as imagens das figuras 51 e 52, onde se vê, nesta última, extensas manchas de área degradadas contornando as margens dos rios.

No período seguinte analisado – 1990/1995 (fig. 53) – houve um decréscimo de cerca de 61%, ou seja, neste último ano, o total de mata ciliar desmatada foi de 1,97 km². Este é um fato muito positivo ao se considerar a intensa exploração turística dos cursos d'água do parque.

A partir desta caracterização ambiental é possível iniciar um estudo mais detalhado das possibilidades do meio ambiente, no caso, as matas ciliares, frente às exigências das atividades desenvolvidas no seu entorno.

E, serve de subsídio à etapa de análise ambiental de viabilidade das atividades, frente às prováveis pressões ou impactos decorrentes das diferentes etapas das atividades, de acordo com as premissas de sustentabilidade do meio.

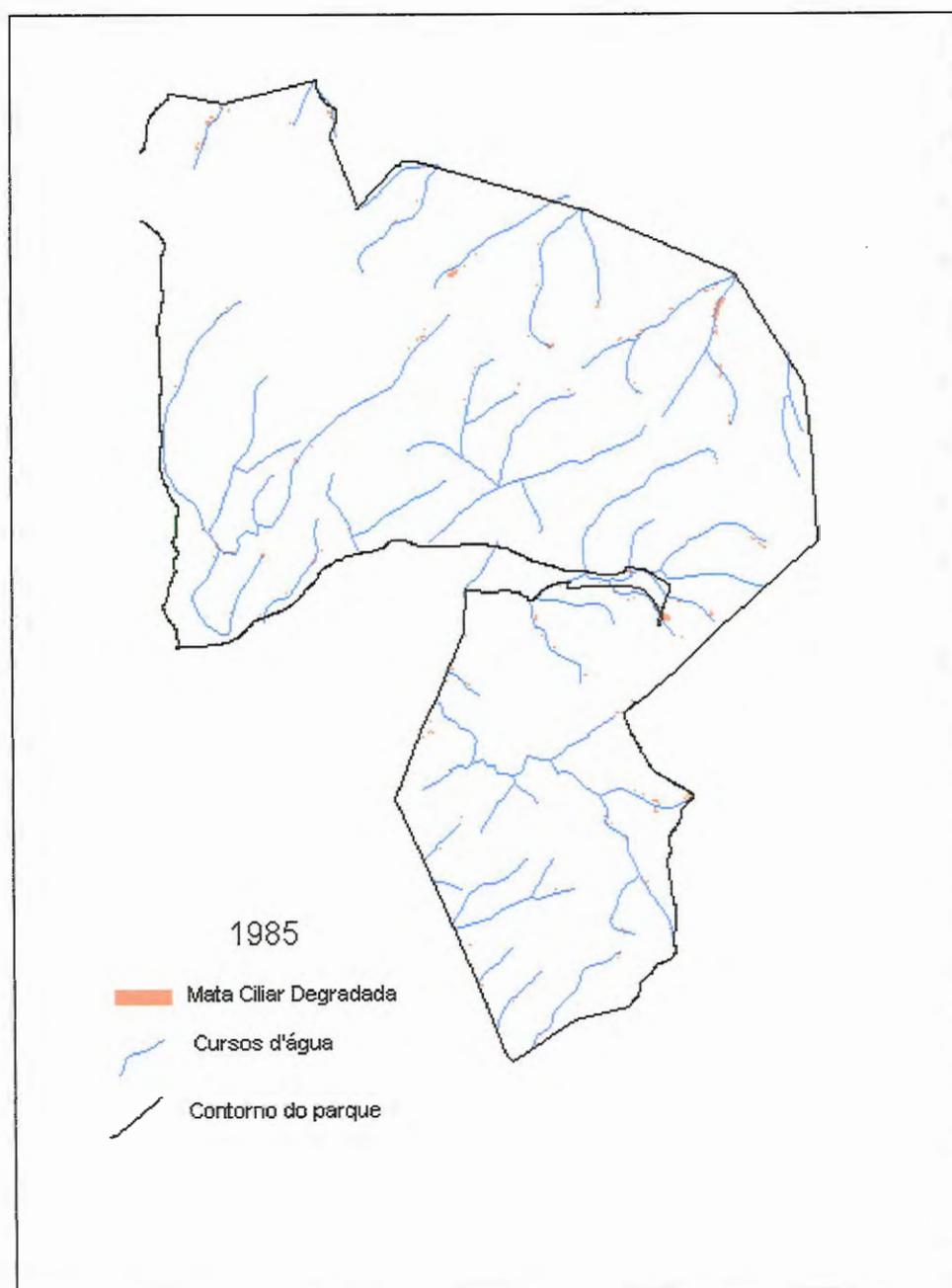


FIGURA. 51 - Mata ciliar devastada até 1985, no PNCG.

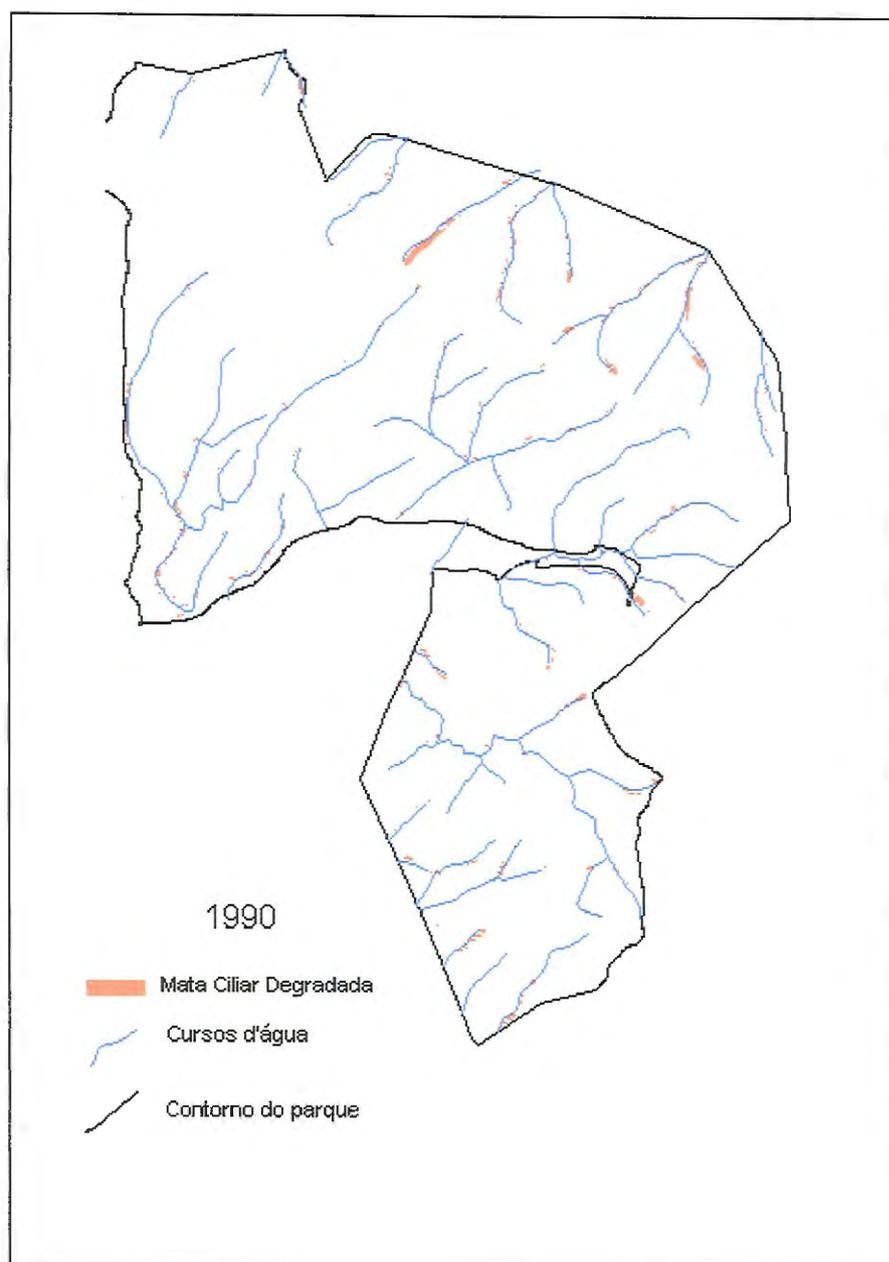


FIGURA 52 - Mata ciliar devastada até 1990, no PNCG.



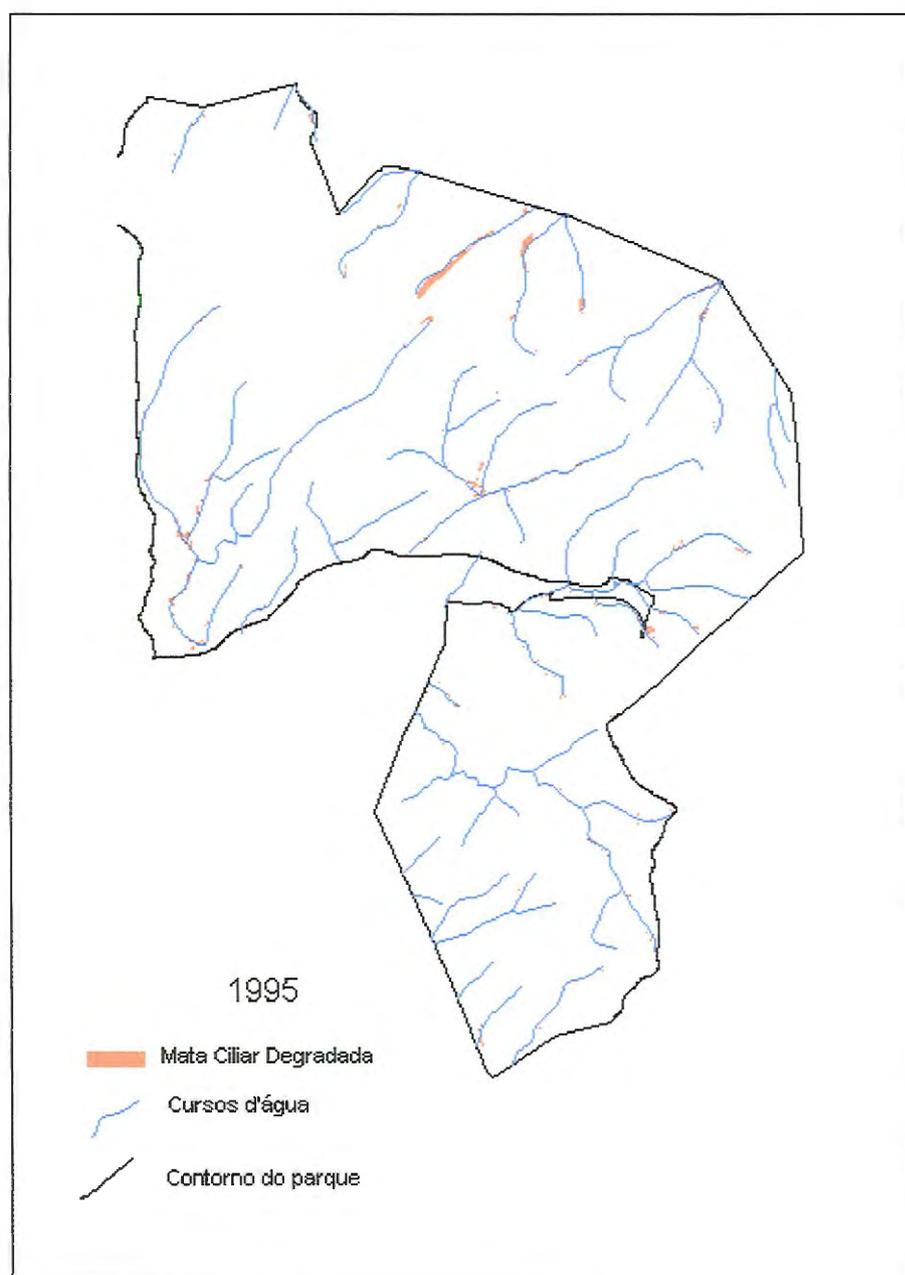


FIGURA 53 - Mata ciliar devastada até 1995, no PNCG.

5.2 – Zoneamento ambiental como subsídio ao planejamento da gestão ambiental do PNCG

A identificação/ quantificação das áreas disponíveis para exploração de forma racional e legal foi baseada nos dados de distribuição fundiária e legislação pertinente.

Dos dados da distribuição fundiária total – item 5.1.3 deste trabalho – tem-se que 72,40 km² (tab. 52) são áreas, em princípio, não disponíveis de exploração, por se tratarem de áreas pertencentes à União.

TABELA 52 – Participação fundiária da União no PNCG.

Condição	Área (km ²)
Área originalmente pertencente à União.	25,59
Áreas adquiridas recentemente pela União.	11,14
Áreas em processo de indenização aos seus proprietários.	35,67
Total	72,40

Por outro lado, o artigo nº 16, parágrafo 2º, da Lei 4771/65, preconiza que, no mínimo, para 20% em cada propriedade não é permitido o corte raso. Alerta, também, que a área a ser preservada deverá ser averbada à margem da inscrição da matrícula do imóvel, no registro de imóvel competente. Salienta ainda que é vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área. Portanto dos 253,17 km², das áreas de propriedades particulares existentes no parque, cerca de 50,63 km² são destinados à preservação como reserva legal.

Legalmente, as matas ciliares, são áreas de preservação permanentes de acordo com o artigo 2º, alínea 'a' da mesma lei, mais conhecida como Código Florestal. De acordo com o levantamento realizado por meio dos dados fornecidos pelo mapa topográfico do IBGE e

trabalhado no IDRISI, ao preservar cerca de 30 m³⁷ ao longo dos rios, obtém-se uma área de preservação permanente total de 37,17 km².

De acordo com o preconizado no artigo 2^o, alínea 'e', as encostas ou partes destas com declividade superior a 45^o, são consideradas de preservação permanente, as florestas, e demais formas de vegetação natural nelas situados. Considerando que cerca de 6,45 % da área do PNCG possui esta característica – de acordo com as informações obtidas por meio dos dados de declividade gerados no software IDRISI – tem-se aproximadamente 21,00 km² de encostas a serem preservados.

No mapa final, que apresenta as reservas legais e áreas disponíveis para uso racional (fig. 54), apresentaram-se como sugestão de preservação, as áreas do entorno das bases das encostas e nascentes dos rios, relativo aos 20 % de áreas particulares legalmente preservável. A referida sugestão tem o objetivo de:

- 1- agrupar áreas com a mesma finalidade – no caso preservação – por exemplo, o topo e encostas de morros e seus sopés;
- 2- reforçar as nascentes impedindo seu desaparecimento ou diminuindo o seu volume;
- 3- a formação de perímetro, das reservas, mais adequados para minimizar o efeito de borda.

Considerando o montante legal a ser preservado, tem-se que um total de 181,20 km² da área do parque, as quais não estão na categoria de 'disponíveis' para utilização ou exploração de qualquer ordem. Restam, portanto, 144,00 km² passíveis de uso racional preponderado a sua capacidade suporte, vocações e viabilidade econômico-social.

³⁷ - Adotou-se o valor mínimo preconizado pela lei devido a que a região em estudo trata-se de um local onde grande número de rios e córregos nascem. Portanto, esta largura da faixa a ser preservada é compatível com a legislação e com estudos relacionados.

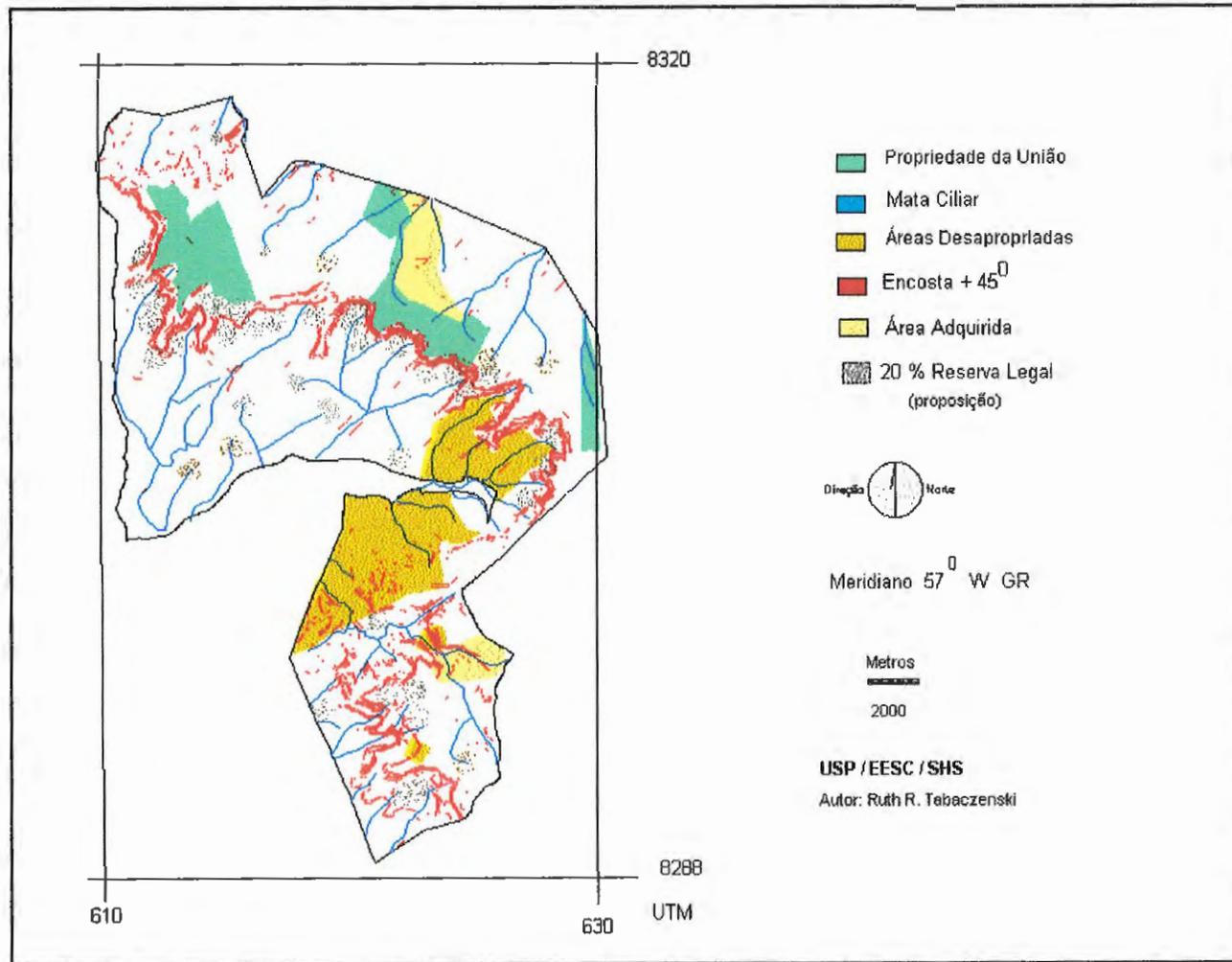


FIGURA 54 - Mapa síntese das áreas de reserva legal do PNCG..

Isto posto, delimitou-se, no PNCG, zonas que permitam racionalizar os esforços no sentido do uso, conservação e preservação dos espaços.

Assim, o parque foi dividido em quatro zonas (fig. 55) de acordo com a disponibilidade de utilização de sua superfície territorial.

Desta forma, as zonas preconizadas são as seguintes:

1 – Zona de Proteção Máxima – ZPM: referentes a reservas legais tais como áreas de preservação permanente, 20% de reserva legal das propriedades particulares, matas de encostas com declividades superior a 45^o e áreas pertencentes à União, portanto, em princípio, não disponíveis para exploração.

2 – Zona de Recuperação compulsória – ZRC: são áreas pertencentes à União, que sofreram algum tipo de intervenção antrópica, e que pela sua condição de áreas legalmente não disponíveis para exploração, devem passar por um processo de recuperação de sua condição original.

3 – Zona de Recuperação por Programas especiais - ZRPE: áreas com uso e ocupação realizados sem o devido controle e fiscalização e que, portanto, necessitam de um acompanhamento da evolução.

4 – Zona de Controle Específico - ZCE: áreas não ocupadas/exploradas, portanto, passíveis de um planejamento para uso disciplinado.

Neste sentido, os esforços para gestão ambiental do PNCG podem ser concentrados de forma diferenciada e racionalizada de acordo com a característica de cada zona. Por exemplo, nas ZPM, a atenção pode ser voltada para a fiscalização intensa no sentido de não permitir qualquer tipo de interferência antrópica.

Na ZRPE, a atenção deverá estar voltada, principalmente, para programas de acompanhamento e fiscalização dos usos e ocupação, para que não ultrapasse a capacidade suporte e potencialidades do solo.

Já para a ZCE, será necessária a implantação de um sistema de planejamento efetivo das atividades a serem implantadas, bem como a fiscalização e acompanhamento da execução de ações visando ao uso disciplinado.

Assim, a gestão do PNCG, ou outra área a ser especialmente protegida, executada de forma a respeitar as peculiaridades de cada zona, terá um cunho mais dinâmico com racionalidade de tempo, recursos humanos e financeiros empregados.

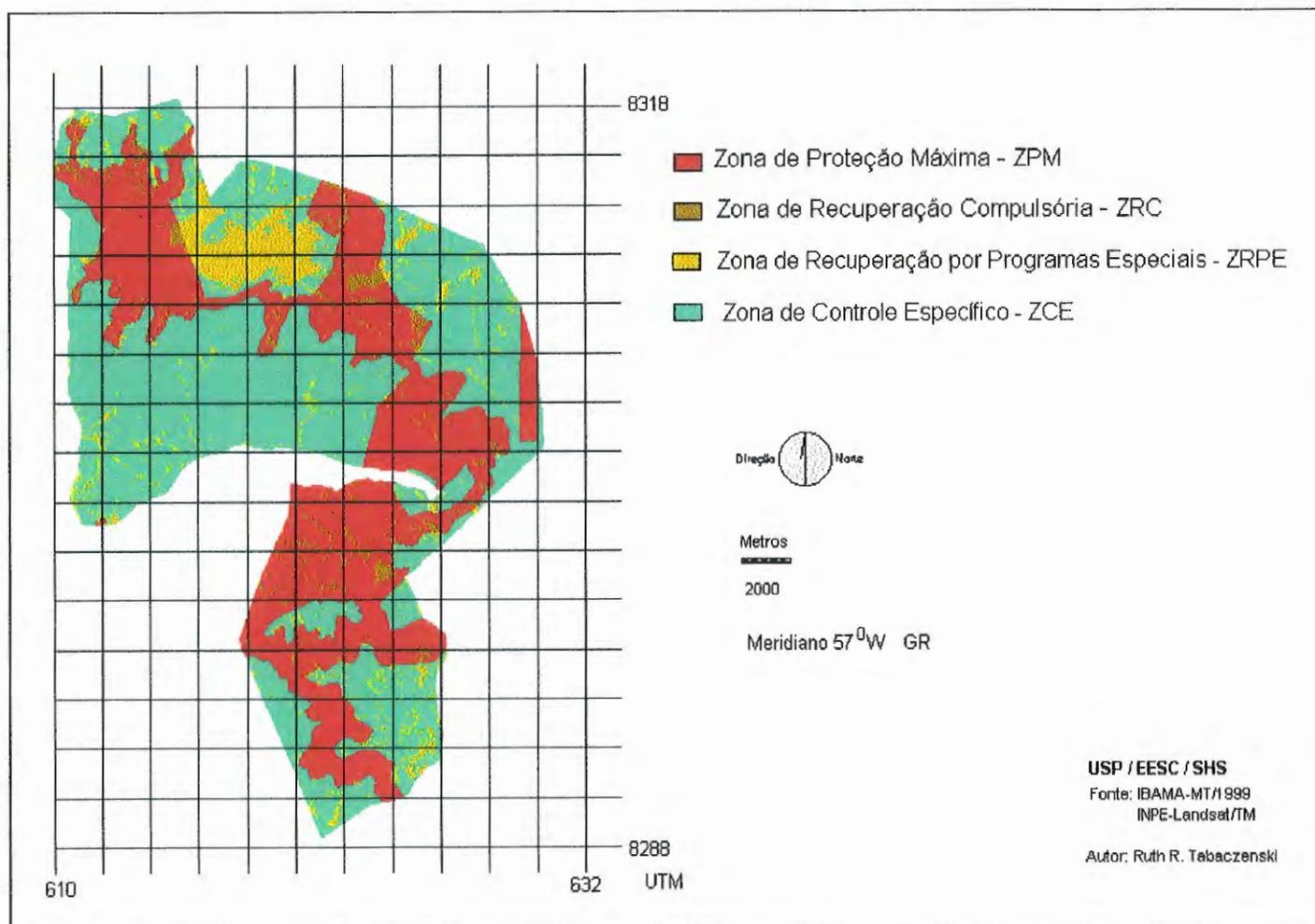


FIGURA 55 – Zoneamento ambiental de controle de uso do PNCG..

6- CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Reconhecer os problemas de manejo e proteção, de áreas protegidas, como unidade bio-geográfica e como unidade administrativa, segundo CAMMARATA e CELMAN (1996), implica por um lado, analisar a dinâmica dos fluxos de seu sistema natural, e por outro, estudar as mudanças ocorridas na área fronteira protegida a partir dos processos de ocupação e valorização político-econômica de seu entorno geográfico.

A contribuição ao monitoramento e gestão ambiental de áreas especialmente protegidas, apresentada neste trabalho, teve um desdobramento bastante significativo em termos de análises realizadas, ao se considerar a quantidade e tipos de dados disponíveis para sua realização. Considera-se esta constatação um ponto de importância, uma vez que na grande maioria das vezes, depara-se com a carência de dados e de fontes bibliográficas para desenvolvimento de trabalho técnico-científico.

As análises realizadas não se esgotaram em si mesmas, mas apresentaram um panorama do vasto campo de possibilidades que se descortina. Obviamente, outras análises podem ser realizadas com estas mesmas informações, dependendo dos objetivos a serem alcançados em cada caso específico.

Cabe destacar que a amplitude e a variedade de análises foram bastante beneficiadas com a utilização do sistema de informações geográficas como

ferramenta. Aliás, a própria consecução do trabalho é inexecutável sem o uso do SIG, no tempo disponibilizado para elaboração de tese, dado ao grande número de cenários construídos.

No caso deste trabalho, a utilização do software IDRISI deu eficiência e rapidez ao cruzamento de informações que respaldaram a obtenção de informações secundárias qualitativas e quantitativas utilizadas nas análises.

A contribuição de imagens óticas (Landsat/ TM) no acompanhamento da resultante do processo de antropização causado pelo Homem foi efetiva, permitindo também uma análise da dinâmica da ocupação da terra.

Os estudos básicos realizados preliminarmente à definição dos métodos e técnicas utilizados na classificação e georreferenciamento das imagens de sensoriamento remoto, foram de suma importância tanto para o respaldo do conhecimento técnico da área de geoprocessamento, necessária ao desenvolvimento do trabalho, bem como no levantamento de questões que se sugerem sejam mais profundamente discutidas e estudadas, tais como:

- 1 – A definição das bandas a serem utilizadas está diretamente relacionada ao tipo de informações que se deseja obter; portanto requer testes experimentais voltados para cada caso;
- 2 – a técnica de composição de bandas, como forma de preparação visual, merece especial atenção e cuidados para se evitar erros grosseiros de interpretações;
- 3 - A classificação temática das imagens requer não só conhecimento das técnicas de geoprocessamento, mas também o respaldo do conhecimento científico, necessário à interpretação, e principalmente um trabalho de campo para averiguação de possíveis erros de classificação temática;
- 4 – A propagação de erros nas diferentes formas de georreferenciamento de imagens quando se adota diferentes referenciais;
- 5 – O mapeamento do uso e ocupação do solo, realizado neste trabalho por meio da classificação supervisionada, embora represente no global a realidade, deixa indagações quanto à interpretação das respostas espectrais para a classificação temática das imagens;

6 – Embora no georreferenciamento das imagens deste trabalho tenha sido constatada a inexistência de diferenças significantes nos resultados, se a imagem for georeferenciada baseada em coordenadas fornecidas por mapas, ou se for a partir de uma imagem previamente georeferenciada, sugere-se um estudo específico para cada projeto. Mas, para que haja uma certa coerência e para que se evite propagação de erro, é indicado que os estudos partam de um mesmo referencial de base;

7 – Uma vez constatado que o georreferenciamento possui influência no resultado da classificação das imagens originais, sugere-se que este efeito seja dimensionado e devidamente avaliado. Dos estudos realizados neste trabalho se pode concluir que, de maneira geral, quando a questão envolve análises macro ou genéricas, os estudos podem partir das imagens originais. Já nos casos de estudos mais pontuais, quando for necessário conhecer previamente a exata localização do tema em estudo, deve-se georeferenciar previamente as imagens.

Apesar do longo tempo despendido na realização desta etapa de estudos preliminares, ela foi de importância capital para desenvolver a auto-suficiência para a classificação temática e georreferenciamento das imagens digitais de sensoriamento remoto, evitando, com isto, grandes generalizações e interpretações inadequadas que poderiam comprometer grandemente os resultados dos estudos neste trabalho realizados.

Considerando que cada software – neste caso o IDRISI - possui diferentes comandos/módulos para realização de tarefas, foi efetuado o detalhamento, no corpo deste trabalho, de cada etapa executada. Além disso, foi considerado como uma forma de subsídio para que os pesquisadores vindouros possam empregar suas energias e tempo no aprofundamento das questões levantadas, ou no desenvolvimento e aprimoramento de interpretações e análises afetas ao seu trabalho específico.

Os dados e informações apresentados neste trabalho, embora fornecidos por fontes oficiais, bem como as interpretações e análises desenvolvidas, possuem um cunho técnico-científico-acadêmico e não propriamente um

trabalho de consultoria; portanto, não devem servir como base principal para trabalhos oficiais.

A importância do trabalho de campo, para efetiva interpretação dos dados de sensoriamento remoto orbital, é capital para sanar dúvidas em casos de respostas espectrais semelhantes para temas diversos.

Nas interpretações e análises espaço-temporais realizadas não existe a preocupação de prestar informações de consultoria sobre a área de estudo, que aliás, não devem ser utilizadas sem uma pormenorizada revisão. Tratam-se, isto sim, de inferências sobre possíveis ocorrências e predominâncias de fenômenos, decorrentes da influência de fatores indutores das alterações do uso e ocupação do solo e suas conseqüências para os ecossistemas.

De forma geral, na grande maioria das análises e interpretações realizadas neste trabalho, pode-se constatar que os dados da região como um todo comparados com os do PNCG, os deste último apresentaram índices positivos, ou seja, a área do parque sofreu menos alterações em sua cobertura de solo. Isto é reforçado principalmente ao se compararem índices dos períodos anterior (85/90) e posterior (90/95) à criação do parque. Isto parece indicar que o PNCG vem cumprindo sua função enquanto unidade de preservação. É claro que para algo mais concreto neste sentido, tornaram-se necessários estudos mais detalhados.

A despeito do número de legislações, levantadas, concernentes à proteção e preservação ambiental, nas mais diversas formas, constata-se que estas carecem de implementação prática para efetiva contribuição a que se destina.

A metodologia do tipo qualitativo-quantitativo, utilizada neste trabalho, aplica-se a áreas especialmente protegidas, pois permite considerar diversos aspectos ambientais que permitem a avaliação do grau de eficiência destas áreas enquanto promotoras da manutenção da qualidade ambiental. Além disso, sua aplicação pode ser considerada na fase de elaboração de planos integrados de desenvolvimento, estudo de alternativas para definição de medidas mitigadoras, bem como para subsidiar o planejamento e redirecionamento de

ações que visem à gestão adequada dos recursos naturais. Mais ainda, guardadas as devidas proporções, esta metodologia pode embasar a prospecção de possíveis danos ambientais na medida em que possibilita prever a tendência de ocorrência espacial de fenômenos provocados por ações antrópicas sobre o meio ambiente.

A proposta metodológica aplicada ao estudo de caso - aqui o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães - mostrou viabilidade de execução, com obtenção de resultados que vêm a subsidiar a gestão ambiental de áreas especialmente protegidas, uma vez que possibilitou diversas análises de importância no contexto.

Ao observar o contorno territorial do PNCG constata-se que apresenta perímetro com recorte aprofundado a sudoeste. Em termos eco-ambientais esta solução de continuidade atinge a proteção e preservação de ecossistemas nos moldes preconizados para Parques Nacionais. Este fato geográfico propicia os danosos efeitos de bordas, tornando a efetividade de medidas mitigadoras e ações de gestão ambiental minimizadas. Isto posto, sugere-se a inclusão na área do PNCG a região acima referida, proporcionando ao parque entorno geográfico e fluxo de seu sistema natural continuados.

Considerando o monitoramento ambiental uma peça importante, integrante e indispensável ao processo de gestão ambiental, sugere-se que este seja incluído como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

7 ANEXOS

Anexo A

EXECUÇÃO DO PROGRAMA L2TIFF.EXE

1-Criar um diretório qualquer no driver C:

por ex: TESTE

2-Copiar para C:\TESTE os arquivos que contêm no diretório PROGS do CDROM.

3-Não há necessidade de copiar a imagem para o driver C: , pois irá ocupar muito espaço no disco.

4-Executar o programa L2TIFF.EXE através do driver C:\TESTE.

5-Selecionar Imagem no CD.

5.1-No campo *Drivers* , clicar no driver que contém a imagem no CDROM , por ex: D:

5.2-Selecionar no campo *Directories*:

226_71A que é a sua imagem no CDROM.

5.3-Irá aparecer a data 850516.

5.4-Clicar em cima da data.

5.5-No campo *Files*: irá aparecer o arquivo voldir.dat.

5.6-Clicar em cima do arquivo voldir.dat.

5.7-Este arquivo irá aparecer no campo *File Name*: voldir.dat.

5.8-Clicar no campo *Continue*.

6-Selecionar Imagem TIFF.

6.1-Selecionar no campo *Drivers*: onde você irá criar a sua imagem TIFF , por ex: C:

6.2-Selecionar no campo *Directories*: o diretório TESTE que você criou no início.

6.3-Irá aparecer o prompt no campo *File Name*: colocar um nome qualquer para a sua imagem TIFF a ser criada , por ex: TESTE1.

6.4-Clicar no campo *Continue*.

7-Tipo de Imagem TIFF.

7.1-Se preferir uma imagem em preto e branco , clicar no campo preto e branco e selecionar uma banda, por exemplo: banda 3.

7.2-Clicar no campo *Continue*.

8-Inicia a Conversão.

8.1- Clicar no campo *Inicia*.

8.2-Após o término da conversão , ao sair do programa L2TIFF.EXE , você criou uma imagem no diretório TESTE do DRIVER C:

com o nome de TESTE1.TIF.

ANEXO D

Listagem das instituições brasileiras e do Reino Unido afetas as áreas especialmente protegidas.

BRASIL

- 1- IBAMA – Superint. Est. da Bahia.
Parque Nacional de Monte Pascoal Itamaraju – BA
- 2 -Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia
SEMAM/IBAMA- Goiânia – Go
- 3 - Sup. do IBAMA no Estado de SP - SP SP
- 4 - APA Cananéia-Iguape –Peruíbe . Iguape – SP.
- 5- IBAMA – Sup. Est. em Minas Gerais
NUC/ Núcleo de Unidade de Conservação -BH – MG
- 6 - Parque Nacional Sertão Vereda – São Francisco - MG
- 7 - APA Serra da Mantiqueira . Passa Quatro – MG
- 8 -Parque Nacional dos Aparados da Serra. Porto Alegre – RGS.
- 9 Divisão de Gerenciamento de Unidades de Conservação (DIGER/DEUC)
IBAMA- Brasília.
- 10- Instituto de Meio Ambiente (IMAC) - Rio Branco - Acre
- 11 -Conselho Estadual de Proteção Ambiental (CEPRAM) - Maceió – Al
- 12- Coordenadoria Estadual do Meio Ambiente (CEMA/AP) -Macapá – Amapá
- 13 -Instituto Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IMA). Manaus – Amazonas.
- 14 -Conselho Estadual de Proteção Ambiental (CEPRAM). Salvador – Bahia.
- 15- Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA). Fortaleza –ce.
- 16- Secretaria de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do
Governo do Distrito Federal (SEMATEC)
- 17- Instituto de Ecologia e Meio Ambiente. Brasília – DF.

- 18- Instituto de Terras Cartografia e Florestas (ITCF). Vitória - Espírito Santo.
- 19 - Fundação Estadual do Meio Ambiente de Goiás. (FEMAGO) – Goiânia – GO
- 20- Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMEMA). São Luis – Maranhão.
- 21-Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). Cuiabá – MT
- 22- Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso do Sul
- 23- Instituto Estadual de Florestas (IEF). BH – MG
- 24- Conselho Estadual de Saúde Saneamento e Meio Ambiente. Belém – PA
- 25- Departamento de Meio Ambiente (DMA). Belém – PA
- 26- Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente (SUDEMA)
João Pessoa – Paraíba
- 27- Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ETCF/SEAB). Curitiba – PR
- 28 - Secretaria de Planej. do Estado de Pernambuco. Recife – Pernambuco.
- 29 - Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Urbano. Terezina – Piauí.
- 30- Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ)RJ- RJ
- 31- Conselho Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (CECTEMA)
Natal – RGN.
- 32- Departamento de Meio Ambiente (DMA). Porto Alegre - RGS
- 33-Dep. de Recursos Naturais Renováveis. Porto Alegre – RGS
- 34 - Instituto Estadual de Florestas (IEF/RO). Porto Velho – RO
- 35 - Conselho Estadual de Tec.e Meio Ambiente . Florianópolis – Santa Catarina
- 36- Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA).SP- SP
- 37 - Conselho Estadual de Meio Ambiente. Aracaju – Sergipe
- 38 -Fundação Natureza do Tocantins (NATURANTINS)

Miracema do Tocantins – Tocantins.
39- Fundação Biodiversitas BH – MG

40- Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. RJ – RJ

41- Fundação ProNatureza (FUNATURA) Brasília – DF

42- Secretaria de Agricultura de Roraima. Boa Vista – Roraima

UK

1- The Countryside Commission. CHELTENHAM, UK

2 -The Countryside Commission for Scotland. PERTH, Scotland

3-Countryside Council for Wales. BANGOR, Wales ,UK

5 - Department of the Environment for Northern Ireland,
Countryside and Wildlife Branch. BELFAST, Northern Ireland

6- Department of Agriculture (Northern Ireland),
Forest Service, Dundonald House. BELFAST, Northern Ireland

7- English Nature. PETERBOROUGH, UK

8- Forestry Commission. EDINBURGH, Scotland

9- Joint Nature Conservation Committee. PETERBOROUGH,UK

10 - Nature Conservancy Council for Scotland. EDINBURGH Scotland

11- Council for National Parks. LONDON, England.

12- Environment Council. LONDON , England.

13- National Trust. LONDON , England.

14- National Trust for Scotland. EDINBURGH, Scotland

15- Royal Society for the Protection of Birds. Bedfordshire, UK

16- Royal Society for Nature Conservation,
The Wildlife Trusts Partnership and WATCH. LINCOLN, UK.

17- Scottish Council for National Parks. STIRLING, UK

18- The Wildfowl and Wetlands Trust. GLOUCESTER, UK

19 - The Woodland Trust. GRANTHAM, Lincolnshire

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. (1994). Bases Conceituais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In Plantenberg, M, Ab'Saber, A orgs.(1994). *Previsão de Impactos*. São Paulo. Edusp. p 27-49
- AGUIAR, R.L., (1997). *Zoneamento Geotécnico Geral do Distrito Federal: procedimentos metodológicos e sua inserção na gestão ambiental*. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ALMEIDA, S. A. S.; SILVA, O. F.; MELO, E. M. K.; MOREIRA, J.C.; ORTIZ, J.O.; AMARAL, S.; SOARES, J.V.; e ALVES, D. S. (1996). Imagens Landsat na Estimativa de Áreas de Cana de Açúcar, Milho e Soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, BA. Anais em CD-ROM.
- ALVES, C. de M. A. (1997) A Ponderação dos Fatores Ambientais com uso do SIG – na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água para irrigação. São Carlos/SP. Dissertação (Mestrado) . 147 p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- AZEVEDO, V.R.C.; GUIMARÃES, N.M.S.; TORRES, M.C.A.; OLIVEIRA, P.M. (1993). Monitoramento da Ação Antrópica nos Ambientes Fitoecológicos no Interior e no Entorno da Floresta Nacional do Tapajós. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 15-20.
- BARBIERI, J.C. (1997). *Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21*. Vozes. Petrópolis. RJ.
- BARGUIL, S.R. (1998) *Geoprocessamento aplicado ao monitoramento do cerrado: um estudo de caso da proção noroente da APA Corumbataí*. São Carlos-SP. 151p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BARRELLA, W. (1991). *Princípios básicos da metodologia aplicada em estudos ambientais*. A Terra Gasta: a Questão do Meio Ambiente. Ed. EDUC da PUC, São Paulo. 229 p.
- BARRET, E. C. e CURTIS, L.F. (1995). Introduction to Environmental Remote Sensing. 3ª ed. Chapman & Hall. London. 426 p.

- BARRET, E.C., e CURTIS L.F.(1972). Environmental remote sen-sing: applications and achievements. Edward Arnold. Grã Bretanha, 309 p.
- BARRETO, M. (1997) Manual de Iniciação ao Estudo do Turismo. (Coleção Turismo). Editora Papirus. 2ª Ed. Campinas, SP. 163 p.
- BARROSO, L.V.; NEPSTAD, D.C.; BROWN, I.F.; LEFEBVRE, P.A. (1993). Change Detection on Land Use and Rainforest Cover at Paragominas Region, Brazilian Amazon. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 21-29.
- BARTELMUS, P. (1994). *A Contabilidade Verde para o Desenvolvimento Sustentável*. In: MAY, O. & SERRA DA MOTTA, R. (1994) *Valorando a Natureza*. Rio de Janeiro. Editora Campus, p. 157- 175.
- BERTONI, J. & LOMBARDI N. F. (1985) *Conservação do Solo*. Livroceres. Piracicaba/SP.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO. (1990) *Conservação do Solo*. São Paulo, Coleção Brasil Agrícola. Ícone.
- BISSET, R. (1982). *Métodos para avaliação de impacto ambiental: uma mostra seletiva com estudo de caso*. Environmental Impact Assessment and Planning Unit (PADC), Department of Geography, University of Aberdeen, Aberdeen, Escócia. Trad. por Moreira V. D. Iara. FEEMA-GEA.
- BLANCO, S. B., FERREIRA, A. P. M., CARDOSO F. B. da F., CARVALHO Jr. O. A. (1994). Identification of erosion areas through remote sensing enhancement techniques. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7b, p. 097 a 104.
- BRONDIZIO, E.S.; MORAN, E.F.; MAUSEL, P.; WU, Y. (1993). Dinâmica da Vegetação do Baixo Amazonas: Análise Temporal do Uso da Terra Integrando Imagens LANDSAT TM Levantamentos Florístico e Etnográfico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 38-46.
- CAMMARATA, E. B. e CELMAN, L. (1996). Turismo en Areas Protegidas conflictos para su desarrollo en el area Cataratas del Iguazu, Argentina. p.164-176 In: LEMOS, A. I. G de (1996). *Turismo: Impactos Socioambientais*. Editora Hucitec. São Paulo/SP. 305 p.
- CAMPBELL, J.B. 1996. Preprocessing. Chapter 10 in *Introduction of Remote Sensing*. Secncd edition, the Guilford Press, New York, 662 p.

- CASTRO, O. M., (1987) Degradação do Solo pela Erosão. Inf. Agropecuário 13 (147) :64-72 Belo Horizonte/MG
- CEBALLOS-LASCURÁIN H. (1996). *Turism, ecotourism and protected areas: The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development*. IUCN, Gland, Switzerland e Cambridg, UK. 301p.
- CHANGDA, D., LINLI, T., GANG, C. (1994). Monitoring of urban expansion and environmental change based on TM data. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7a, p 281-286.
- CHUVIECO, E. (1990). *Fundamentos de Teledeteccion Espacial*. Ed. RIALP, S.A. Madrid.
- CONSTANZA, R. (1994). *Economia ecológica: uma agenda de pesquisa*. In: MAY, P. H. & MOTTA, R.,S. (1994). org. Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro. Editora Campus.
- CONSULTORIA EM MEIO AMBIENTE S/C Ltda-CEMA. (1999) *Aspectos Institucionais da APA de Chapada dos Guimarães* (documento Preliminar) São Paulo – SP, Brasil. 48 p.
- CORSON W.H. (1993) *Manual Global de Ecologia*. Trad.por Alexandre Gomes Camaru. São Paulo. Augustos.
- COSTA, F.R.C.; (1996). Aspectos Florísticos, Estruturais e Ecológicos de um remanescente de mata ciliar do Ribeirão da Onça, Brotas, SP. São Carlos/SP. Dissertação (Mestrado).
- CRACKNELL, A. P.; HAYES, L. W. B. (1991) Introduction to remote sensing. Taylor and Francis Ltda, London, 293 p.
- CRESPANI, E., SANTOS, A. R. (1994). Erosion of the upper Taquari Basin and the sediment accumulation in the Pantanal Matogrossense. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7b, p 105 a 110.
- CRÓSTA, A. P. (1992). Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Gráfica da Unicamp. Campinas, SP, 1992.

- CRÓSTA, A.P. (1993). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Campinas, IG/UNICAMP.
- DIAS, I. F. O., GONÇALVES, A. R., BORGES, M. e MENESES, E. O. (1991). *Sistema Nacional de Unidades de Conservação Federais do Brasil*. IBAMA/DIREC/DEUC. 11 p.
- DUPAS, F.A (1997) *Geoprocessamento Aplicado à Avaliação da Dinâmica Ambiental de Projetos de Mineração na Amazônia: estudo de caso da Mina Pitinga*. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/ USP, São Carlos – SP.
- EASTMAN, J. R., (1992). *Idrisi: technical reference. Versão 4*. Clark University, Projeto Idrisi. Massachusetts. 229 p.
- EASTMAN, J.R.; (1995). *Idrisi for windows: User's guide – version 1.0*. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester, MA, USA.
- EASTMAN, J. R., (1997). *Idrisi for windows: User's guide – version 2.0*. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester, MA, USA.
- ELLIOT, J. A. (1994) *An Introduction to Sustainable Development*. New York, Routledge.
- ESTES, J. E.; STAR J. L. (1997) *Research needed to improve remote Sensing and GIS integration: conclusions and a look toward the future*. In: JEFFREY, L. S.; ESTES, J. E.; McGWIRE, K. C., (1997) *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing*. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 224 p.
- FARIA, K.; KRUG, T.; SHIMABUKURO, Y.E. (1993). *Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento no Monitoramento da Cobertura Florestal na Área de Influência da Ferrovia Carajás - São Luis*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 61-72.
- FERREIRA, L. C. e VIOLA, E. Orgs. (1996). *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. Editora da Unicamp. 331 p.
- FONSECA, A. M. (1993) *Aquisição de informação geográfica por sensores remotos orbitais: seu processamento e exploração*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- FORESMAN, T. W.; MILLETE, T. L.; (1996) *Integration of Remote Sensing and GIS Technologies for Planning*. In: STAR e ESTES.

- FORESTI, C. (1997). *Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos Urbanos*. Notas de aula, CRHEA/EESC/USP.
- FREITAS FILHO, M.R.; MEDEIROS, J.S. (1993) Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal em Parte da Chapada do Araripe-CE Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 73-80.
- GOODENOUGH, D. G. (1986) The Integration of Remote Sensing and Geographic Information. In: SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING FOR RESOURCES DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Enschede. Rotterdam.. p.1015-1032.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Fundação Estadual do Meio Ambiente.(1993). *Estudo de viabilidade de expansão da área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães*. Cuiabá/MT.
- HORNSBY, K. ; EGENHOFER, M.J. (2000) *Identity-based change: a foundation for spatio-temporal knowledge representation*. International Journal of Geographical Information Science , 2000, Vol. 14, n. 03, 207-224.
- HUSSIN, Y. A. e MARIA, A. S. (1994). Tropical rain forest monitoring using SAR airborne and SPOT data: A case study from northern Philippines. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7a.. p. 106 a 113..
- HUSSIN, Y. A. e SHAKER, S. R. (1994a). Monitoring Tropical Land Use Using ERS-1 and JERS-1 Radar Images: a case study from south Sumatra, Indonesia. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7a.. p. 123 a 127.
- HUSSIN, Y. A. e SHAKER, S. R. (1994b). Multisensor (Optical and Microwave) Image Fusion Techniques in Monitoring Natural Resources. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7a.. p. 128 a 134.

- HUXHOLD W. E. & LEVINSOHN A. G. (1995). *Managing Geographic Information System Projects*. Oxford University Press. New York, Oxford, 245 p.
- IBAMA (1991). *Volume Legislação ambiental referente a parques nacionais, reservas biológicas e estações ecológicas*. DAGER/DEUC/DIREC. 4ª Edição. IBAMA/MINTER, Brasília- DF.
- INFORMATIVO BRASIL 2000. (1997). Belo Horizonte, n.01, jan-jun. /Boletim/.
- IUNC-INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE (1994). *Guidelines for Protected Area Management Categories*. CNPPA with assistance of WCMC... IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 261 p.
- JAMESON, S. H., (1963). *Planejamento*. Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 285 p.
- KONDRATYEV, K. Y., BUZNIKOV, A. A., POKROVSKY, O. M. (1996). *Global Change and Remote Sensing*. Praxis Publishing Ltd. England.. 370 p.
- KUX, H. J. H., AHERN, F.J., KEIL M. (1994). Resource management with radar data in tropical environments: A case study in Acre State, Brazil. In: SYMPOSIUM OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, VII; Rio de Janeiro, 26 a 30 de setembro de 1994. Proceedings. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Published by: The National Institute of Space Research (INPE), Vol. 30, part 7a.. p. 135 a 140.
- LILLESAND T. M. e KIEFER R. W. (1994). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & sons, Inc. Nova York, , 750 p.
- LEIPNIK, M. KEMP, K.K. e LOAICIGA, H.A (1993) Implementation of GIS for water resources planning and management. Journal of Water Resources Planning and Management. 119(2):184-205. March/April, 1993.
- MACKINNON J.R., (1986) *Managing Protected Area in the Tropics*. International Union for conservation of Nature and Nature Resources. Gland, Switzerland.
- MAGLIO, I.C. (1991). *A política ambiental e o desenvolvimento*. Ambiente. v.5, n.1, p.41-61.
- MANTOVANI, W.; (1989). *Conceituação e fatores condicionantes*. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, 1º, São Paulo, SP. Anais 11-19.

- MAY, P. H. (1995). *Economia ecológica e o desenvolvimento eqüitativo do Brasil*. In: MAY, P. H., org. *Economia ecológica: aplicações no Brasil*. Ed. Campus Ltda. 179 p.
- MEDEIROS, A.M.P.; RUDORFF, B.F.; SHIMABUKURO, Y.E.; (1996). *Imagens Landsat na Estimativa de Áreas de Cana de Açúcar, Milho e Soja*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, BA. *Anais em CD-ROM*.
- MENDONÇA, R. (1996) *Turismo ou Meio Ambiente: uma falsa oposição*. p.19-25. In: LEMOS, A. I. G de (1996). *Turismo: Impactos Socioambientais/ Turismo, Meio Ambiente e Impactos Espaciais*. Editora Hucitec. São Paulo/SP. 305 p.
- MILARÉ, É. (1994) *Estudo prévio de impacto ambiental no Brasil*. In: Müller-Plantenberg, C. & Ab Saber, A. N. Org. *Previsão de Impactos*. EDUSP. São Paulo.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. (1997). *Parque Nacional de Chapada dos Guimarães: Plano de Pesquisa*. Cuiabá/MT. 34 p.
- MORAES, A.C.R. (1994) *Meio Ambiente e Ciências Humanas*. Editora Hucitec, São Paulo
- MOREIRA, I. V. D. (1993) *Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental*. In: IAP, (1993). *Manual de avaliação de impactos ambientais (MAIA)*, 2ª ed. Curitiba.
- NOVO E. M. L de M. (1989). *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. Edgard Blücher Ltda, 308 p.
- NOVO E. M. L de M. (1992). *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. Edgard Blücher Ltda.
- OLIVEIRA, L. M.; DANIEL, L. (1999) *Metodologia para cálculo de largura de faixa de mata ciliar para o controle de poluição dispersa: estudo de caso com Amônia e Fósforo*. 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro/RJ, 10 a 14 de maio de 1999. Anais. CD-ROM.
- OLIVEIRA, L. M.; DANIEL, L. A. (1998) *Redução de Poluição dispersa pela mata ciliar: cálculo de largura usando SIG*. In: XXVI CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. Lima/Perú, 01 a 05 de novembro de 1998. Anais. CD-ROM.

- OLSSON, L. (1986). Approaches to monitoring renewable resources using remote sensing and geographical information system. In: SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING FOR RESOURCES DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Rotterdam. p. 1041-1050.
- ORTIZ, M.J.; RODRIGUES D.M.S.; MACHADO, M.M.; COVRE, M.; BRAGA, E.A.; SOARES, C.C.; FARIA, K. (1996). Implantação do Sistema de Monitoramento da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo do Estado de Minas Gerais, Brasil, Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador. *Anais* em CD-ROM.
- PINTO, S. dos A. F., (1991). *Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica*. São José dos Campos. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- PIRES, J.S.R. (1999) Manejo e Conservação de Ecossistemas. Notas de Aula, DHB/UFSCar.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE - PNUMA, FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. (1981). *Análise geral de metodologias de avaliação de impactos Ambientais*, documento base n. 01 In: Projeto FP 1001-79 (2035) Desenvolvimento e aplicação de metodologias apropriadas de avaliação de impacto e gestão ambiental. Rio de Janeiro.
- RAMALHO, F. A. ; (1994) Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. 3ª Ed. EMBRAPA. Rio de Janeiro/RJ.
- RAMALHO, R. S. (1999). Análise ambiental da evolução do uso do solo subsidiado a investigações sócio-ambientais. VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte/MG 25 a 31 de outubro de 1999. Anais. Volume I – resumos.
- RANIERI, S.B.L. (1996). *Avaliação de Métodos e Escalas de Trabalho para Determinação de Risco de Erosão em Bacia Hidrográfica Utilizando Sistema de Informações Geográfica (SIG)*. São Carlos. 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Revista *Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente*. (1997). Universidade Livre do Meio Ambiente. Curitiba. março-abril.
- RODRIGUES, L. L; SAITO, C. H. (1999) Proposta metodológica apoiada em técnicas de Geoprocessamento para avaliação do impacto ambiental da formação da barragem do Lajeado, Lajeado/TO, sobre as áreas de preservação permanente. VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física

Aplicada. Belo Horizonte/MG 25 a 31 de outubro de 1999. Anais. Volume I – resumos.

- ROSA, R.; BRITO, J. L. S., (1996) Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas. Uberlândia/MG. 104 p.
- ROSS, J. L. S. (1996) *A sociedade industrial e o ambiente*. Geografia do Brasil. EDUSP, São Paulo. 546 p.
- RUSCHMANN, D. (1997). Turismo e Planejamento Sustentável: a proteção do meio ambiente. (Coleção Turismo). Editora Papirus. Campinas/SP. 199 p.
- SACHS, I. (1986). Ecodesenvolvimento: Crescer sem destruir. Editora Revista dos Tribunais Ltda, São Paulo, SP, 207 p.
- SACHS, I. (1993). *Estratégia de transição para o século XXI*. In: Bursztyn, M. org. (1993) Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo. Brasiliense. p.29-56.
- SANTANA, I.L., JARDIM, H. L. (1999). Monitoramento das alterações do uso e ocupação da terra através do sensoriamento remoto orbital na porção sul da região metropolitana de Belo Horizonte: a técnica composição colorida multitemporal. VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte/MG 25 a 31 de outubro de 1999. Anais. Volume I – resumos.
- SANTOS, M.L.M.; BROWN, I.F. (1993). Interpretação de Imagens de Satélite e Fotografias Aéreas para o Mapeamento e Monitoramento do Uso da Terra em Duas Comunidades do Rio Capim - Paragominas - Pará Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. Anais. v.II, p 188-191.
- SANTO, M. E. E, JARDIM, H.L. (1999). Alterações de uso e ocupação do solo no município de Ribeirão das Neves, entre 1989 e 1996, através da técnica de composição colorida multitemporal. VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte/MG 25 a 31 de outubro de 1999. Anais. Volume I – resumos.
- SCHENKEL, C. S. e KANIAK, V. C. (1992). *Sistemas de unidades de conservación*. In: Amend, S. e Amend, T. Espacios sin Habitantes – Parques nacionales de América del sur. IUCN/ Editora Nueva Sociedad, Caracas. 107-113 p.
- SCHIWENGESDT, R. A (1983) Techniques for image processing and classification in Remote sensing. Academic Press, London, 249p.
- SCHOTT, J.R. (1997). Remote Sensing: the image chain approach.

- SCHULTINK, G. (1992). Integrated Remote Sensing, Spatial Information Systems, and Applied Models in Resource Assessment, Economic Development and Policy Analysis. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 58, n.8, August, p. 1229 a 1237.
- SHIMABUKURO, M.T.; JOLY, C.A.; CRÓSTA, A.P.; SILVA, A.B. (1993). Aplicação de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica para o Estudo de Microbacias - O Caso do Córrego do Gouveia, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.IV, p.273-277.
- SMITH, J. L., LOGAN, J. A., GREGOIRE, T. G. (1992). Using Aerial Photography and Geographic Information Systems to Develop Databases for Pesticide Evaluations. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 58, n.10, October, p. 1447 a 1452.
- SOARES FILHO, B.S.; MAILLARD, P.; RIBEIRO, F.; GUIMARÃES, R. (1993). Projeto Mata Atlântica - Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.II, p 258-265.
- SOBOLL, W., (1989). *Teoria e prática do desenvolvimento sustentado*. Bio, v.1, n.2, nov/dez., p.44-61.
- SOUZA, M. P. (1999) Contribuições à Operacionalização do Conceito de Sustentabilidade através da Política Ambiental. São Carlos/SP. 108 p. Tese de Livre-Docência - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SUSILAWATI, S.; WEIR, M.J.C. (1994). Gis Applications in Forest Land Management in Indonesia. In *The Gis applications book. Example in Natural Resources: a compendium*. American Society for Photogrammetric and Remote Sensing. U.S.A, p166-174.
- TABACZENSKI, R. R. (1995) Utilização do Sistema de Informações Geográficas para o Macrozoneamento Ambiental. São Carlos – SP, 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- TROTTER, C. M. (1991) Remotely-sensed Data as an Information Source for Geographical Information System in Natural Resource management: a review. *Journal of Geographical Information Systems*, , Vol. 5, n. 02, p. 225 a 239.
- TURNER, R. K. (1993) *The Politics of Sustainability*. In: TURNER, R.K. Sustainable Environmental Economics - Principles and Practice. New York, Halsted Press, p. 3-36.

- UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza / PNUMA- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente / WWF Fundo Mundial para a Natureza. (1992). *CUIDANDO DO PLANETA TERRA: uma estratégia para o futuro da vida*. São Paulo, 246 p.
- VENEZUELA, C.R., (1988) ILWIS —Integrated Land and Watershed Management Information System Overview. ITC Journal, Enschede. v. 1, p.3-14.
- WCMC – World Conservation Monitoring Centre. (1998). Protected Areas Information Service: <http://www.wcmc.org.uk>.
- WEBER, L.S.; MADRUGA, P.R.A.; GIOTTO, E. (1993). Uso de SIG na Elaboração de Mapa de Oportunidade para Florestamento/Reflorestamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba. *Anais*. v.IV, p. 331-338.
- WESTMAN, W. E. (1985). *Ecology, impact assessment and environmental planning*. John Wiley & Sons, New York - USA.
- YOUNG, R. A., ONSTAD, C. A.; ANDERSON, W. P. (1989). AGNPS – A Nonpoint Source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*. Ankeny, U.S., v.44, n.2, p.168-173. Mar/Apr.
- ZEGHERU, N. (1986) Land resource use monitoring in Romania, using aerial and space data. In: SYMPOSIUM on REMOTE SENSING FOR RESOURCES DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Enschede, August. p. 953 a 956.