

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O
MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR POR INCÊNDIOS
FLORESTAIS: UM ESTUDO DE CASO NA ÁREA DO PARQUE
NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MATO GROSSO.**

**Florianópolis-SC
2005**



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

PAULO FERNANDO BELLO FREIRE

**USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O
MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR POR INCÊNDIOS
FLORESTAIS: UM ESTUDO DE CASO NA ÁREA DO PARQUE
NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MATO GROSSO.**



Véu da Noiva-Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.(Área de Concentração de Cadastro Técnico Multifinalitário)

Orientador: Prof. Ph.D. Roberto de Oliveira

Florianópolis-SC
2005

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Em 04 de fevereiro de 2005

Prof. Dra. Henriete Lebre La Rovere
Coordenadora do PPGEC

Prof. Ph.D. Roberto de Oliveira
Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Ph.D. Roberto de Oliveira Moderador- (ECV/UFSC)

Prof.^a Dra. Eliete Auxiliadora A. Ourives – (UFSC)

Prof. Dr. Hugo José Scheuer Werle – (UFMT)

Prof. Dr. Luis Fernando G. Figueiredo – (UFSC)

DEDICATÓRIA

A minha esposa Miriam, aos meus filhos Paulo, Danilo e Felipe, meus pais que sempre acreditaram em mim, e aos meus familiares, dedico.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho nasceu em função de alguns questionamentos e curiosidades que se manifestaram com as discussões encaminhadas junto à área do Cadastro Técnico Multifinalitário, no ano de 2003, quando da integralização dos créditos no Programa de Mestrado em Engenharia Civil da UFSC, também, de ser o fruto do amadurecimento das experiências vividas ao longo da vida profissional, desses dois momentos, surgiram às bases ao desenvolvimento deste trabalho, o qual foi possível graças ao apoio de pessoas e das instituições aos quais procuro externar o meu mais sincero agradecimento; a saber:

Agradeço ao Governo do Estado de Mato Grosso pela oportunidade da realização deste curso de Mestrado;

Agradeço à Universidade de Santa Catarina, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil;

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil pelos conhecimentos e conhecimento compartilhado;

Deixo aqui o meu especial reconhecimento ao amigo Prof. Ph.D. Roberto de Oliveira pelo apoio e pela orientação exemplar;

Agradeço aos membros da Comissão Examinadora. Prof. Dr. Luiz Fernando Gonçalves Figueiredo, Prof^a. Dr^a. Eliete Auxiliadora A. Ourives e ao Prof. Dr. Hugo José Scheuer Werle pelas sugestões apresentadas;

Agradeço aos amigos (a) e Doutorandos Prof. Marcio Lara Pinto, Humberto Metello, e a Prof^a. Msc. Geny Solange da Luz e ao Prof. Dr. Francisco de Oliveira da UDESC pelas contribuições no decorrer deste trabalho;

Agradeço ao Senhor Renato de Moraes e ao Senhor Everaldo Pina Maciel pelos dados disponibilizados na área do Parque Nacional e Entorno;

A Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso pelos dados disponibilizados sobre a região da área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães, em especial a Divisão de Geoprocessamento e a Divisão de Unidades de Conservação;

Aos colegas do Mestrado pela agradável companhia em todos os momentos;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa;

Aos meus pais, Túlio (*In memoriam*) e Ecilda, irmãos e sobrinhos que, embora distantes, sempre apoiaram a busca do conhecimento.

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Lista de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
1. Introdução	1
1.1 Aspectos Gerais	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivos Gerais	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Justificativa	3
1.4 Limitações	6
1.5 Estrutura da Pesquisa	7
2. Marco Referencial Teórico	9
2.1. Contextualização sobre as Unidades de Conservação	9
2.2.O Domínio Cerrado	15
2.3.Aspecto sobre Incêndio Florestal	27
2.4. Cadastro Técnico Multifinalitário	38
2.5. Sistema de Informações Geográficas	48
2.5..Sensoriamento Remoto	57
2.6. Processamento Digital de Imagens	64
3. Caracterização da Área de Estudo	71
3.1 Definição da Área de Estudo	71
3.2 Aspectos Fisiográficos	71
4. Materiais e Métodos	86
4.1. Material	86
4.2. Método do Trabalho	88
5. Resultados e Discussão	93
5.1 Breve Histórico das Queimadas e Incêndios Florestais em Mato Grosso	93
5.2 Da Cartografia Temática	98
5.3 Análise dos Focos de Calor na Área de Estudo	102
6. Considerações e Recomendações	130
6.1 Considerações	130
6.2 Recomendações	133
7. Referências	135

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	01	Visita de Turista a Casa de Pedra-Parque Nacional da Chapada dos Guimarães	6
FIGURA	02	Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos do Brasil, com o Cerrado em Posição Central em Relação aos outros Domínios.	16
FIGURA	03	Fitofisionomias do Cerrado <i>Lato Sensu</i>	17
FIGURA	04	Vista do Perfil de Campo Sujo	20
FIGURA	05	Vista Panorâmica de Campo Sujo	20
FIGURA	06	Vista do Perfil de Campo Limpo	21
FIGURA	07	Vista Panorâmica de Campo Limpo	21
FIGURA	08	Vista do Perfil do Cerradão	22
FIGURA	09	Vista Panorâmica do Cerradão	22
FIGURA	10	Vista Panorâmica de Mata de Galeria	23
FIGURA	11	Vista do Perfil de Mata de Galeria	23
FIGURA	12	Vista Panorâmica de Mata Mesofítica	24
FIGURA	13	Vista do Perfil de Mata Mesofítica	24
FIGURA	14	Vista Panorâmica dos Incêndios Florestais – Rodovia MT - 251	30
FIGURA	15	Visita de Turista a Casa de Pedra - Parque Nacional de Chapada dos Guimarães	34
FIGURA	16	Vistas dos Focos de Incêndios Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães	35
FIGURA	17	Localização do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães	72
FIGURA	18	Localização do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-Imagem LandSat	73
FIGURA	19	Queimadas no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães - 2003	84
FIGURA	20	Esquema do Processo de Obtenção de Mapas de Focos de Calor por Incêndios Florestais	92
FIGURA	21	Gráfico Comparativo de Desmatamento em Mato Grosso	95
FIGURA	22	Gráfico Comparativo de Focos de Calor em Mato Grosso	97
FIGURA	23	Gráfico Comparativo de Focos de Calor em Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2001	103

FIGURA 24	Gráfico Comparativo de Focos de Calor em Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2002	103
FIGURA 25	Gráfico Comparativo de Focos de Calor em Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2003	104
FIGURA 26	Gráfico Comparativo de Focos de Calor no Parque Nacional - 1997 a 2004	105
FIGURA 27	Registros de Ocorrência de Incêndios Florestais no Parque Nacional 1994 a 2004	106
FIGURA 28	Mapa da Vegetação e Focos de Calor - 1997 - 2004	108
FIGURA 29	Vista Panorâmica do Morro São Jerônimo - Parque Nacional	109
FIGURA 30	Mapa de Solos e Focos de Calor - 1997 - 2004	111
FIGURA 31	Mapa de Relevo e Focos de Calor - 1997 - 2004	113
FIGURA 32	Mapa Geológico e Focos de Calor - 1997 - 2004	114
FIGURA 33	Vista Panorâmica de Focos de Calor-Parque Nacional de Chapada dos Guimarães	115
FIGURA 34	Mapa da Estrutura Fundiária e Focos de Calor - 1997 - 2004	116
FIGURA 35	Mapa da Rede Hidrográfica e Focos de Calor - 1997 - 2004	118
FIGURA 36	Mapa da Fragilidade e Focos de Calor - 1997 - 2004	119
FIGURA 37	Mapa da Rede Viária e Focos de Calor - 1997 - 2004	121
FIGURA 38	Focos de Calor na Rodovia MT - 251	123
FIGURA 39	Mapa da Rede Viária e Hidrográfica e Focos de Calor - 1997 - 2004	126
FIGURA 40	Mapa Síntese da Carta Imagem e Focos de Calor - 1997 - 2004	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVHRR	Advanced Very High resolution Radiometer
BDG	Banco de Dados Geográficos
CAD	Computer Aided Design
CI	Conservation International
COGEO	Coordenação de Geoprocessamento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CUCO	Coordenadoria de Unidades de Conservação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
FEMA	Fundação Estadual de Mato Grosso
FIG	Federation Internationale des Geomètres
FUNATURA	Fundação para a Conservação da Natureza
GMT	Greenwich Mean Time
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro para o Desenvolvimento Florestal
INTERMAT	Instituto de Terras de Mato Grosso
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Aeroespaciais
LIS	Land Information Systems
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MT	Mato Grosso
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PIs	Plano de Informações
PARNA	Parque Nacional de Chapada dos Guimarães
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PPG-7	Programa Piloto para Proteção das Florestas do Brasil
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SEPLAN	Secretaria Estadual de Planejamento
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIDFOC	Sistema de Detecção de Focos de Calor
SIDEQ	Sistema de Detecção de Queimadas
UDESC	Universidade Estadual de Santa Catarina
UC	Unidades de Conservação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UTM	Projeção Mercator Transversa Universal

RESUMO

FREIRE, Paulo F., *Uso do Sistema de Informações Geográficas para o Mapeamento de focos de calor por Incêndios Florestais: Um Estudo de Caso na Área no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-Mato Grosso Período 1997-2004*. Florianópolis-SC, 2005, 148p. Dissertação (Mestrado-Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Os incêndios florestais representam uma das principais causas de destruição das florestas no Brasil, e principalmente em Mato Grosso. Por outro lado o incêndio florestal tem um comportamento característico para um conjunto de condições e fatores e que existe interesse em interpretá-lo para um melhor conhecimento do seu impacto no meio ambiente. A área de estudo é o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, localizado no município de Chapada dos Guimarães na região central de Mato Grosso, com superfície de 33 .000 hectares. O objetivo dessa investigação é, identificar , mapear e analisar as áreas de ocorrências de focos de calor na área do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno com vista à promoção da gestão territorial, envolvendo ações governamentais e participação comunitária, com a integração de sensoriamento remoto, banco de dados geográficos, sistemas de informações geográficas. Foram utilizados os dados da cartografia digital existente no Macrozoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães e as séries históricas dos focos de calor gerado pelo INPE. A utilização desse método é útil para auxiliar nas ações para a promoção da gestão territorial, e colabora na redução da taxa de degradação de fragmentos florestais ou da paisagem, sendo, portanto uma metodologia relativamente simples e acessível. Os resultados da pesquisa demonstraram que a utilização do SIG tornou viável o desenvolvimento de análise espacial, através da sobreposição de planos de informações, permitindo avaliação sob a forma de mapas, imagens, tabelas, etc, permitindo o mapeamento dos focos de calor associado a fatores antrópicos, físico e biótico, que pode ser usada como suporte a medidas de gestão territorial futura, a fim de minimizar os conflitos com as comunidades humanas e o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

Palavra Chave: Cadastro Técnico Multifinalitário, SIG, Unidade de Conservação, Focos de Calor

ABSTRACT

FREIRE, Paulo F., *Use of the Geographic Information System for Detecting heat points caused by Forest burnings: A Case Study at Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-Mato Grosso, during 1997-2004 Term*, Florianópolis-SC, 2005, 148p. Thesis (Masters Degree- Civil Engineering), Postgraduate Program. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (Santa Catarina Federal University).

Forest burnings are one of the main causes of destruction at Brazilian forests, mainly in Mato Grosso. Moreover, forest burning has a characteristic behavior for a set of conditions and factors, and there is interest in its interpretation for a better understanding about its impact on the environment. The area of his study is Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, situated at Chapada dos Guimarães in the central region of Mato Grosso, with 33 .000 hectares of area. The aim of this research is identifying, mapping and analyzing the areas where heat points occur at Parque Nacional da Chapada dos Guimarães and surroundings, in order to promote the territorial administration, including governmental actions and people participation, using remote sensing, geographic databank, and geographic information systems. Digital cartography data from Environmental Macro-zones of Chapada dos Guimarães Environmental Protection Area where utilized, as well as the historic series of heat points, supplied by INPE. The use of this method is useful to promote the territorial administration, in order to reduce the degradation rate of forests; therefore it is a relatively simple and accessible methodology. The results of the research demonstrated that the use of the SIG made possible the developing of spatial analysis through the superposition of information, helping to evaluate using maps, images, charts, etc, allowing to map the heat points associated to anthropic, physical and bio factors, using this as a support for future territorial administration measures, in order to minimizing conflicts between human communities and the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

Keywords: Cadastro Técnico Multifinalitário (Multi-finality Technical Registry), SIG, Conservation Unit, Heat Points.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos Gerais

A configuração da paisagem do Estado de Mato Grosso, por suas características peculiares, tem sido alvo constante de desconfigurações através das intervenções de natureza humana e dos processos erosivos. Vem sendo submetida diuturnamente em função da ocupação desordenada das pessoas que ali vêm habitar, das queimadas, do desmatamento desenfreado, quer pela indústria, quer pela própria atuação humana, nos processos de colonização, na construção de pastagens, áreas de cultivo e outros.

As questões ambientais tornam-se complexas e nelas interagem vários atores sociais¹, com seus interesses conflitantes envolvendo o estado, os produtores rurais, a sociedade civil organizada e outros. Desta forma, fazem-se necessárias discussões entre eles, para que através do consenso sejam encontradas soluções para os conflitos de interesse, dos quais resultam problemas de meio ambiente para toda a sociedade.

Os problemas ambientais, particularmente, são caracterizados pelo fato de proporem para sua solução, novos padrões de organização da comunidade. A interdependência dos diversos fatores envolvidos nas questões ambientais cria uma complexidade que coloca em discussão o trabalho tradicional realizado isoladamente.

Atualmente existe a tendência de buscar novas tecnologias, e formas de análise, com o intuito de minimizar alguns dos problemas ambientais, entre eles os relacionados com os incêndios florestais. O conhecimento da dinâmica populacional com auxílio de dados demográficos, socioeconômicos ou de outra natureza, pode auxiliar na gestão ambiental minimizando os impactos dos incêndios florestais no meio ambiente.

O estudo da problemática ambiental poderá ser viabilizado por uma equipe multidisciplinar, de forma interdisciplinar, onde se destaca a aplicação da modelização através de diferentes técnicas, como por exemplo, a implantação do sistema de informações geográficas, na elaboração de mapas temáticos que interagem com o comportamento de atores humanos, a dinâmica do uso e ocupação do solo, os problemas ambientais e os aspectos econômicos

1. Entendem-se por atores sociais o produtor rural do município de Cuiabá e Chapada dos Guimarães, empresários de turismo, preservacionistas, ONG's, prefeituras, associações de moradores, moradores e pequenos comerciantes residentes na zona de influência do Parque e usuários em geral, bem como a administração do IBAMA e FEMA.

associados a uma base cadastral.(CHRISTOFOLETTI, A. , 1999; KARNAUKHOVA, E., 2000)

O conceito de territorialidade foi resgatado para corroborar a hipótese de que o uso e ocupação das zonas de influência das unidades de conservação são processos de conflitos territoriais, onde o embate de interesses entre os atores sociais é materializado no espaço conforme a resultante ambiental, no caso os incêndios florestais. (Ver BECKER, B. & EGLER, C. A. G. 1993.; RAFFESTIN, C, 1993).

É evidente a necessidade de se promover uma gestão ambiental (GODARD, O., 1997; MMA, 2000b) tendo em vistas as constantes pressões que os recursos ambientais sofrem pelas comunidades humanas. No momento, premida pela urgência de encontrar uma forma de garantir a sustentabilidade dos recursos ambientais, ela se volta para a conservação que diz respeito à preservação (SNUC, 2000), à manutenção, o uso sustentável e a recuperação do ambiente natural a fim de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações atuais e futuras.

Esta pesquisa utiliza o sistema de informações geográficas (SIG), com aplicação de uma de suas técnicas para análise dos dados e representação dos focos de calor, provenientes dos incêndios florestais e queimadas na região central de Mato Grosso na área do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno, no período de 1997 a 2004. Os dados de focos de calor são relativos ao monitoramento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Aeroespaciais (INPE) e cedidos pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso (FEMA).

A escolha dessa área de estudo deve-se a sua beleza cênica, fragmento² de cerrado, importância para vida selvagem, sua proximidade da cidade de Cuiabá e Chapada dos Guimarães e pelos incêndios florestais que ocorrem constantemente. O sensoriamento remoto integrado (SR), por exemplo, somado ao, sistema de informações geográficas, surge como uma das ferramentas estratégicas para o futuro, segundo Crosta (1992), dois de seus principais objetivos permitem distinguir e identificar as composições de diferentes materiais superficiais, sejam eles do tipo de vegetação, padrões de uso do solo, hidrográfico entre outros.

Assim, procura-se, com este trabalho, obter um produto final que represente o mapeamento dos focos de calor por incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno, de fácil reprodução, que se traduz na carta síntese, associados a fatores antrópicos, físicos e bióticos podendo subsidiar um programa de planejamento do território com vista à gestão integral dos incêndios florestais.

2. O conceito de ecologia de paisagem baseado em Forman & Godron (1986) e Forman (1995), na repartição espacial de eco sistemas. Toda paisagem seria formada por três elementos: matriz, fragmentos e corredores.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Propor o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para mapear as áreas de prováveis ocorrências de incêndios florestais na área do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno, visando à promoção da gestão territorial envolvendo ações governamentais e participação comunitária.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento documental do macrozoneamento ambiental da área de estudo;
- Analisar os dados históricos de focos por incêndios florestais ocorridos na área em estudo;
- Contribuir com bases de informações cadastrais que colaborem na preservação e/ou conservação dos ecossistemas naturais para futuras gerações;
- Avaliar a relação entre os fatores de atividades antrópicas (malha viária, etc.), e os fatores físicos (unidade ambiental, hidrografia, etc.), biótica (vegetação), em relação ao fogo.

1.3 Justificativa

A percepção de que os trabalhos técnicos sobre incêndios florestais ou queimadas pouco se relacionavam com o cadastro técnico multifinalitário para a gestão territorial circunstanciou a definição deste trabalho que se tornou objeto de investigação, ou seja, a identificação e mapeamento de áreas de focos de calor oriundas de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno em Mato Grosso, doravante denominado PARNA.

Com esse propósito assumiu-se como objetivo principal identificar e mapear tais áreas que há muito sofrem interferências antrópicas, para fins de implantação futura de um programa de gestão territorial, com a integração de sensoriamento remoto, apoio para tomada de decisão, sistemas de informações geográficas e distribuição de informações.

A definição deste objeto de estudo leva em consideração que a atuação nos problemas ambientais urbanos e rurais atuais, como a degradação ambiental provocada pela segregação, pelos assentamentos humanos ou pela apropriação de novas áreas para a atividade produtiva,

exercem forte pressão antrópica nos ecossistemas. Isso, compromete a qualidade de vida e a busca pelo desenvolvimento sustentado e, portanto, não sendo somente consequência da vontade política.

Os instrumentos que poderiam facilitar o acesso ao desenvolvimento sustentado³ são muitas das vezes impedidos ou mal aplicados, geralmente devido à ausência de informações com dados reais e confiáveis sobre o bioma (COLINUAUX, P., 1993) ou a fatores antrópicos, objeto de tomadas de decisivas para intervenção.

Dessa forma, identificou-se a necessidade de um estudo que auxilie na dinâmica da interferência antrópica sobre uma unidade de conservação, no que diz respeito às queimadas, a partir da conjugação de dados existentes no macrozoneamento ambiental da área considerada e dos dados históricos dos focos de calor, associados ao sistema de informações geográficas para o apoio à decisão, elaborando um mapa síntese dos focos de calor na área estudada, constituindo-se dessa forma em instrumento de gestão territorial, com envolvimento da comunidade e de ações governamentais.

A região em estudo pertence a um ecossistema chamado Cerrado, que em sua larga escala segundo Coutinho (2000, 2002), estabelece o maior domínio do Brasil em tamanho após a Floresta Amazônia, e o segundo mais degradado após a Mata Atlântica, e que tem recebido pouca atenção quando comparada aos dois domínios citados. Atualmente, o cerrado é queimado em 20 a 30 % de sua área durante a estação seca, principalmente devido aos resultados da ação do homem sobre a vegetação natural (PEREIRA, 1992, 2003).

A ocupação humana dos cerrados nos últimos 40 anos acelerou os processos impactantes sobre a região, devido ao aumento da densidade demográfica. O crescimento não foi apenas vegetativo, mas resultante de intensa migração principalmente da região Sul/Sudeste. A incorporação de novas áreas do cerrado para a agricultura ocorreu através do desmatamento (ALBUÊS, 2000) utilizando correntes puxadas por tratores ou pelo uso do fogo. Dessa forma novas áreas são apropriadas para a agricultura de subsistência, para a mecanizada ou formação de novas áreas de pastagens.

O hábito de se realizarem queimadas como forma de preparo da terra para uso na agricultura ou pecuária é muito antigo. Acha-se de tal forma arraigado no imaginário da população que os anos de campanha educativa promovida pelos órgãos públicos e organizações

3. O conceito mais conhecido e utilizado é o que foi definido pela Comissão Brundtland: “O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem a suas próprias necessidades”. (Nosso Futuro Comum, 1988).

não governamentais foram insuficientes para mudança no comportamento da população e reduzir o número das queimadas.

A busca de alternativas tecnológicas ao uso de fogo, campanhas de mídia e de educação ambiental têm sido ações pouco eficazes na prevenção e controle de incêndios e ao planejamento de desmatamentos, por exemplo. Atualmente os incêndios é uma ameaça à integridade das unidades de conservação. O fogo pode gerar dano e muitas vezes perdas irreparáveis ao meio ambiente e provocar perdas na área econômicas, científica e de conservação das espécies para as gerações futuras.

Atualmente, apesar da utilização de modernas técnicas na agropecuária, ainda é mantida a prática de manejo antiga e barata que usa o fogo para renovação e limpeza de pastagens, bem como para abertura e limpeza de áreas agrícolas. A expansão da atividade produtiva com forte pressão da atuação do homem sobre a vegetação gera grandes impactos negativos nesse ecossistema.

Nota-se, na grande maioria das Unidades de Conservação (independentemente dos níveis governamentais envolvidos), problemas fundiários de demarcação de terras e conflitos nas áreas indígenas. O atual Plano de Manejo de supressão ao fogo, adotado em área de conservação também no cerrado, ocorre de forma empírica e tem sido pouco discutido, deixando de lado o fator ambiental versus fator sócio-econômico.

Conforme Ferreira (2001), a ocupação humana na área de influência (zona de amortecimento) do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães resultou em um aumento da frequência das queimadas, geralmente realizadas durante a estação seca, com vários propósitos: limpeza de áreas para manejo de pastagens; caça de animais; aproveitamento de plantas alimentares nativas e fitoterapia entre outras.

Os conhecimentos dos principais agentes causadores de incêndios na região em estudo identificam-se como: a exploração do garimpo, o umbandismo, os churrascos, caça esportiva e predatória, os cigarros lançados pelos fumantes na vegetação seca, também aos piromaniacos que colocam fogo na vegetação a título de entretenimento, e muitos outros. (Figura 1)

Todos esses condicionantes atuando no meio ambiente conduzem a um impacto ambiental da área e ser entendido como um desequilíbrio provocado por um “trauma ecológico” resultante da ação do homem sobre o meio ambiente. Portanto, afirma-se que os impactos ambientais são democratizados, ou seja, passam a atingir todos os homens, sem distinção de cunho econômico, social ou cultural. Torna-se possível que os fazendeiros, pecuaristas, sindicatos

e o governo estadual e municipal programem medidas para reduzir o risco do fogo acidental ou não, em áreas consideradas críticas.



Figura 1: Visita de Turistas a Casa de Pedra no PARNA

Fonte: Acervo Prof. Dr. Deocleciano B. Rosa, Departamento de Geografia/UFMT/MT - 2004

O cadastro técnico multifinalitário é um instrumento que permite confrontar as informações que ocorrem no espaço físico, pois possibilita uma clara análise de forma global. Essa é a etapa da análise de todas as variáveis, identificadas através da interligação entre o cadastro, paisagem e associado aos temas de interesse.

Dessa forma, um sistema de gestão territorial em vista da gestão integral dos incêndios florestais, requer para subsidiar o apoio à decisão uma base de dados suficientemente atualizados e preciso das áreas que podem sofrer ações do fogo associados à presença humana no território. Essa medida permite ao gestor uma compreensão global dos fatores de risco (ameaça e vulnerabilidade), bem como dos mecanismos relacionados que legitimam sua ação.

É importante salientar que o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), e a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEMA) têm adotado várias ações destinadas a modernizar e tornar ágeis os mecanismos de controle das atividades potencialmente degradadoras na região mato-grossense, principalmente o licenciamento ambiental nas propriedades rurais e a aprovação de planos de manejo florestal.

1.4 Limitações

O trabalho abrange muitos conceitos e princípios que compõem uma fundamentação teórica complexa e ampla. A percepção da questão ambiental, bem como da sustentabilidade são temas por si só em constantes evolução e construção. Os tópicos abordados no trabalho não propõem uma análise desses temas em sua totalidade, mas visam a construir apenas um elo de interesse entre o cadastro e os incêndios florestais.

Em Mato Grosso, o monitoramento dos incêndios florestais é deficitário devido às limitações técnicas inerentes ao sistema utilizado, à falta de estudos básicos sobre o comportamento do fogo, à ignição e à propagação dos incêndios nos diversos ecossistemas. A eficiência do monitoramento de incêndios por satélite depende de informações prévias do ambiente (características do material combustível, informações sobre regeneração do natural e fenologia da vegetação, condições climáticas, fatores antrópicos, entre outros.).

Existe também a carência de um sistema padronizado de registros de ocorrência de incêndios florestais e os dados sobre ocorrência de incêndios que são obtidos por diferentes organizações governamentais ou não, variando as qualidades de informações sobre os incêndios em função da qualificação da pessoa e/ou da organização responsável pela coleta de dados, aliadas à fragmentação dos recursos humanos, financeiros e materiais.

Perduram, ainda, a diferença entre o número observado e a localização dos incêndios florestais, que variam muito de uma região para outra e a detecção de satélite, bem como a existência de incêndios que não são detectados, considerando que nas savanas tropicais um incêndio começa e termina em poucas horas e, portanto, pode ser que inicie e termine entre 2 (dois) intervalos consecutivos de tempo de passagem do satélite.

1.5 Estrutura da Pesquisa

Após o capítulo de introdução, busca-se fundamentar no segundo capítulo, marco conceitual teórico que serviu de base para a compreensão do objeto pesquisado e trazem a base contextual das unidades de conservação, do domínio cerrado e aspectos sobre incêndios florestais. Na seqüência do capítulo inserimos conceitos básicos sobre o cadastro técnico multifinalitário, bem como uma breve revisão sobre conceitos, definições e discussões sobre sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas e processamento digital de imagens.

Os tópicos superficialmente abordados no presente capítulo objetivam construir apenas um elo de interesse entre a área do cadastro técnico multifinalitário com os incêndios florestais, de tal forma que as questões são complexas e demandariam maior tempo de estudo.

O terceiro capítulo trata da caracterização da área de estudo, com definição da área de estudo, de seus aspectos fisiográficos (fatores naturais), características do meio biótico, do antrópico e queimadas.

Para o quarto capítulo, disserta-se sobre os materiais e métodos, mostrando as etapas desta pesquisa, a origem e a organização dos dados, as formas de consulta adotadas na identificação dos eventos e os critérios técnicos elaborados para a análise dos dados especializados.

O quinto capítulo se dedica à apresentação e análise dos resultados e discussão. Pretende-se em um primeiro momento apresentar breve histórico das queimadas e incêndios florestais e os resultados obtidos com a pesquisa, bem como sua aplicabilidade e a avaliação a respeito da pertinência das teorias e metodologias com a realidade local e os objetivos do trabalho.

O sexto e último capítulo são dedicados às considerações e recomendações, com ênfase nos pontos marcantes desta pesquisa e desenvolvimentos destinados à futura pesquisa.

CAPITULO 2

2. MARCO REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.Contextualização sobre Unidades de Conservação

A idéia de conservação no Brasil surgiu com o engenheiro André Rebouças em 1876, inspirado no Parque Yellowstone nos Estados Unidos, quando propôs a criação de Parques Nacionais na Ilha do Bananal e em Sete Quedas, sem repercussão no cenário nacional. A preocupação legislativa brasileira com as Unidades de Conservação (UC's) inicia-se com a criação dos jardins botânicos do século XIX, através da criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1811, e de outras iniciativas similares ainda no século XIX e de hortos florestais criados a partir de 1910, na década de 30 surgem as demais formas de UC's.

O primeiro Parque Nacional⁴ foi criado em Itatiaia, em 1937, com o propósito de incentivar a pesquisa científica e oferecer lazer às populações urbanas. A proposta foi feita, inicialmente, pelo botânico Alberto Löfgren, em 1913. A sua criação foi estabelecida pelo artigo 9º do Código Florestal, aprovado em 1934, que definiu Parques Nacionais como monumentos públicos naturais que perpetuam, em sua composição florística primitiva, trechos do país que, por circunstâncias peculiares, o mereçam (DIEGUES, 1996).

Conforme Diegues (1996), a expansão do número de Parques Nacionais foi lenta e, apenas em 1948, foi criado o Parque Nacional de Paulo Afonso. Em setembro de 1944, pelo Decreto nº 16.677, atribui-se à Seção de Parques Nacionais do Serviço Florestal, criado em 1921, o encargo de orientar, fiscalizar, coordenar e elaborar programas de trabalho para os Parques Nacionais.

Segundo Brito (2000), em 1979 foi proposto pelo Instituto Brasileiro para o Desenvolvimento Florestal (IBDF) à primeira etapa do plano do Sistema⁵ de UC's para o Brasil, estabelecendo nesta ocasião as bases conceituais para implantação e gestão de UC's, e através do

4. O Brasil, em 1940, como signatário da convenção da flora, da fauna e das belezas cênicas dos países da América, aceitou a seguinte definição de Parques Nacionais: “*entender-se-ão por Parques Nacionais as regiões estabelecidas para a proteção e conservação das belezas cênicas naturais da flora e fauna de importância nacional, das quais o publico pode aproveitar-se melhor ao serem postas sob a superintendência oficial*” (KANIAK, 1990).

5. Este termo UC's foi adotado pela área técnica do ex-IBDF, para identificar os Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Florestas Nacionais, Parques de Caça e Reservas Florestais, com o intuito de diferenciá-los da denominação de área de preservação permanente, definidas nos art. 2º e 3º da lei nº 4.771/65, que institui o Código Florestal.

Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979 foi promulgado o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros, e mais tarde a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) através da Lei nº 6.931, de 31 de agosto de 1981. O PNMA é a conjunção das Políticas Federal, Estadual e Municipal do Meio Ambiente.

O estabelecimento de critérios científicos e a definição de novas categorias de manejo surgiram em 1982, com o advento da segunda etapa do plano do sistema de UC's para o Brasil. Em 1989, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) juntamente com a Fundação para a Conservação da Natureza (FUNATURA) propôs um Sistema Nacional de UC's, enviado ao Congresso para a sua aprovação em 1992. A Constituição Federal de 1988 diz que a proteção dessas áreas tem um caráter ambiental, com a idéia de direitos difusos e coletivos.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)⁶ é constituído pelo conjunto das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais. É organizado de forma a incluir comunidades bióticas geneticamente sustentáveis, abrangendo a maior diversidade possível de ecossistemas naturais existentes no território brasileiro, e nas águas territoriais, dando-se prioridade àqueles que se encontrarem mais ameaçados de extinção ou eliminação.

O SNUC⁷, com o objetivo principal de criar um Sistema de Unidades de Conservação, promove melhor articulação entre as diferentes categorias de unidades, de modo que se forme uma rede de áreas protegidas (CÔRTEZ, 1997). Mas apesar dos Parques Nacionais terem começado a surgir a partir de 1930, foi somente em 1979, com o plano SNUC, que o conceito de Unidade de Conservação toma forma definitiva.

6. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi instituído pela Lei Federal nº 99.985, de 18 de julho de 2000, que regulamentou o Art. 225 do Capítulo VI – do Meio Ambiente, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seu parágrafo primeiro, incisos I, II, III, e VII, que determina “*a todos os cidadãos o direito ao meio ambiente equilibrado, sendo um bem de uso comum necessário para a qualidade de vida, e que o poder público com a coletividade tem o dever de preservar e defender para as presentes e futuras gerações*”. Trata o mesmo artigo sobre a preservação e proteção de espécies através de manejo ecológico dos ecossistemas, do patrimônio genético e da fiscalização, definição de espaços para proteção em todas as Unidades Federativas, exigências conforme lei de autorização para instalação de obra que cause degradação ao meio ambiente, com respectiva publicidade do prévio estudo de impacto ambiental, controlar a produção e comércio de substâncias que causem riscos para a vida e qualidade de vida e promoção de educação ambiental aos cidadãos.

7. Esse sistema descreve categorias de manejo da seguinte forma: **Unidades de Proteção Integral: ou de Uso Indireto:** *permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais que não podem ser utilizadas para fins extrativistas ou modificadas pela ação humana.* (Parque Nacional; Reserva biológica; Estação Ecológica, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre); **Unidades de Uso Sustentável ou de Uso Direto:** *permitido o uso de recursos naturais renováveis de forma sustentável* (Área de Proteção Ambiental, Floresta Nacional, Reserva Extrativista e Reserva de Fauna, Reserva Particular do Patrimônio Natural, Área de Relevante Interesse Ecológico, Reserva de Desenvolvimento Sustentável).

As UC's são inserções na paisagem de uma demarcação humana, limites que pressupõem a caracterização de um território, onde o território precisa ser cuidado e controlado para seus objetivos, que na UC's se configuram principalmente na proteção da biodiversidade e dos ecossistemas. Dessa forma as UC's são espaços delimitados, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo poder público para proteção da natureza. Caracteriza-se por objetivos e limite definido, sob regime específico de administração ao qual se aplicam adequadas garantias de proteção legal.

O Brasil possui atualmente 36 PARNAS, administrados pelo IBAMA, com 9.948.836 de hectares, conforme Relatório Nacional para a Conservação sobre a Biodiversidade Biológica no Brasil. Mato Grosso conta com 14 de UC's estaduais distribuídas nos ecossistemas do Cerrado, Pantanal e Floresta Amazônia, com área total protegida superior a 900 mil hectares.

Enquanto territórios, as Unidades de Conservação, segundo Gomes (1989), pressupõem o domínio da área pelo estado, modificando e condicionando espaços sociais anteriores. O território é o limite das práticas, o espaço de realização e muitas vezes a condição necessária para sua existência. Os pressupostos de criação e instalação de UC's são determinados por diversos agentes sociais, e estes são impulsionados por condições sociais, políticas e econômicas.

A dominação espacial e delimitação das UC's passam a ser imposição de uma sociedade urbana industrial para o lazer e para fins científicos, a fim de se conservarem os aspectos naturais da destruição da própria sociedade que as cria, instituindo novos valores sobre a paisagem, e condicionando esta paisagem a uma intrincada teia de domínio e concepções. A problemática ambiental traz à tona a necessidade de discussões acerca da delimitação territorial de ambientes com características relevantes dos aspectos naturais. Dessa forma são criadas e delimitadas as áreas naturais protegidas.

UC's são ainda, áreas protegidas legalmente, que possuem toda a riqueza da natureza, ou seja, a biodiversidade⁸ dos ecossistemas. Além do objetivo de proteção e manutenção da biodiversidade, as UC's também podem promover oportunidade de negócios, como a exploração sustentada de recursos naturais, turismo, bens e serviços consumidos por praticantes de ecoturismo. Portanto, são articuladas em diferentes categorias de manejo a partir de diferentes finalidades estabelecidas para sua utilização. Essas se diferenciam de acordo com os objetivos de

8. Diversidade Biológica – a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, bem como os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

cada unidade, da mesma forma como delimitam diferentes níveis de restrições quanto ao uso dos recursos naturais (CORTEZ, 1997).

O planejamento e a gestão nas UC's são de responsabilidade do Governo Federal, mais especificamente do IBAMA, e são feitos por intermédio de uma série de instrumentos, que objetivam integrar essas unidades, na medida do possível, com a sociedade local, regional e nacional. (HOROWITZ, 1999). Os instrumentos de gestão ambiental são procedimentos técnicos e administrativos sistematizados, onde as questões relativas à manutenção das características ambientais de uma área protegida, propõem as medidas e práticas a serem adotadas no ambiente.

O instrumento Plano de Manejo é conceituado como “um projeto dinâmico que, utilizando técnicas de planejamento ecológico, determina o zoneamento de uma unidade de conservação, caracterizando cada uma de suas zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades, e estabelece diretrizes básicas para o Manejo da Unidade”. Esse instrumento é utilizado para o planejamento e a gestão em unidades da classe de uso indireto.

Os instrumentos utilizados em unidades da classe de uso direto dos recursos são os Planos de Gestão e o Zoneamento nas Áreas de Proteção Ambiental; os Planos de Utilização e Plano de Desenvolvimento para as Reservas Extrativistas. O zoneamento é realizado em Unidades de Conservação de Uso Indireto e tem como objetivo “organizar espacialmente as áreas silvestres em parcelas denominadas zonas, definindo e implementando ações que busquem a manutenção da sua qualidade ambiental e a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de sua zona de influência”.

De acordo com o Capítulo 5º do SNUC, já mencionado, as novas UC's devem partir de “estudos técnico-científicos”, e serem submetidas pelo IBAMA ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com participação da sociedade, sobretudo as comunidades locais, que serão afetadas pelas restrições de uso dos recursos ambientais. É fundamental a participação desses grupos sociais na definição da categoria mais adequada, legitimando-a.

A criação de unidades de conservação pode levar a uma condição de conflitos sociais, que se estabelecem entre as instituições delimitadoras e mantenedoras das unidades e as comunidades atingidas pela demarcação de áreas protegidas, onde o homem afastado do território do Parque passa a ser o sujeito estranho. Os conflitos de implantação de um Parque são uma realidade constante, e podem durar décadas, trazendo um elevado número de problemas a serem equacionados pela sociedade, pelo descaso com as comunidades interessadas.

Neste sentido, há necessidade de se contar com estudos sobre a situação fundiária, a capacidade de uso e a ocupação da terra nas áreas protegidas, assim como a participação de todos

os setores interessados e afetados, para garantir o sucesso dessas áreas através do alcance de seus objetivos. Às vezes a sociedade tem dificuldade em entender a importância das unidades de conservação e a razão de suas existências.

Nas áreas de proteção integral, por exemplo, pela sua própria definição, é proibida a utilização da natureza para consumo direto de seus bens (ALVES, 2001). A distinção entre o que é valorizado como consumidor e o que é valorizado como cidadão tem se refletido diretamente nas unidades de conservação, já que passou a ser necessário o desenvolvimento de métodos que permitam a quantificação dos benefícios advindos dos valores sociais e culturais protegidos nessas áreas.

Quando se fala em respeito às populações locais, afirma-se a necessidade de o Estado abandonar o sistema hoje vigente de desapropriação pelo qual os portadores dos títulos de propriedade da terra são compensados regamente e os moradores locais que, em geral, não têm como regularizar sua posse, quase nada ganham na desapropriação. Pior do que isso, em sua maioria, esses moradores não são indenizados e são proibidos de exercer suas atividades tradicionais.

Ao contrário, para as comunidades tradicionais, a conservação dos recursos ambientais significa sua própria sobrevivência e reprodução econômica e social; a terra em que nasceram e morreram seus antepassados e em que nascem seus filhos. Isso não implica em uma visão bucólica dessas comunidades, que geralmente são obrigadas a “burlar a lei”, usando de forma inadequada os recursos ambientais das áreas protegidas para assegurar sua sobrevivência .

É nesse instante que o Estado deve investir para evitar que isso ocorra, aceitando definitivamente a presença dos moradores tradicionais, mesmo dentro de unidades de conservação de uso indireto, o que é proibido pela legislação atual. Não apenas são necessários planos de manejo discutidos mutuamente, que impliquem limitar a expansão de suas atividades econômicas, mas que indenizem os moradores pelas restrições de uso impostas pela unidade de conservação.

Para Diegues (1996), a relação custo/benefício para se conservar uma área protegida deve, no final, ser positiva para a população local que aspira à propriedade dessa região e para isso essas populações devem ser envolvidas no planejamento e manejo das áreas protegidas, e participar de seus benefícios. Essa participação das comunidades locais implica estimular sua organização mediante a criação de associações locais, por exemplo. O Estado deve considerá-las interlocutores privilegiados nesse processo participativo e não limitar a negociação com as

organizações não-governamentais ambientalistas, por maior poder que estas possam ter conquistado nos meios de comunicação.

Essa questão, na verdade, leva-os ao abandono forçado da região onde sempre viveram e, conseqüentemente, a mudança para as favelas das cidades vizinhas. Novamente é importante afirmar a responsabilidade que têm os órgãos ambientais em promover o bem-estar dessas populações no lugar em que moravam antes da criação de parques e reservas restritivas, promovendo a compatibilidade entre a conservação e a melhoria das condições de vida dessas populações.

A presença da comunidade conhecedora do local onde sempre viveu é fundamental; sem ela, muitos dos ecossistemas hoje transformados em unidades de conservação já teriam sido destruídos. Há aqui somente um problema de equidade social, referente aos direitos humanos, mas uma questão profundamente ética. É fácil obrigar populações locais isoladas, sem poder político, a aceitar as unidades de conservação que exigem sua expulsão e a desorganização de seu modo de vida em prol da “natureza” e em benefício da “sociedade nacional”.

Essa sociedade nacional é, com razão, identificada pelas populações locais, prejudicadas com a chamada “conservação”, com os grupos da elite econômica urbanizada ou residente em áreas agrícolas de monoculturas, que prosperam porque destruíram o cerrado ou floresta e plantaram soja, criaram gado e, por isso, são ricos e detêm poder. Ou, ainda pior, para essas populações locais, a “conservação” da natureza é identificada com os “profissionais da conservação”, burocratas do Estado ou não, em busca, muitas vezes, somente do próprio prestígio em organizações internacionais das quais recebem financiamento.

Esse plano de manejo é elaborado dentro de uma realidade institucional, com poucos recursos financeiros e humanos, para a realização das ações de planejamento e gestão nas Unidades de Conservação de uso indireto. Teoricamente, os resultados dessas ações deveriam ser monitorados, avaliados e atualizados, de modo a permitir que se alcancem os objetivos e que se aperfeiçoe continuamente o planejamento. A implementação fica a cargo do IBAMA, os diversos atores envolvidos com cada unidade, a sociedade e outras organizações governamentais e não-governamentais têm sua participação assegurada por intermédio de reuniões técnicas, oficinas de planejamento e conselhos consultivos, visando aos objetivos das Unidades de Conservação (IBAMA/GTZ, 1996).

Nesse sentido, a necessidade das restrições de uso justifica-se em razão da minimização dos impactos que se projetam das áreas vizinhas sobre as unidades de conservação, principalmente às vizinhas a áreas urbanas. Esses impactos dizem respeito às pressões de caça de

animais silvestres e à retirada de madeira, de espécies ornamentais da vegetação e incêndios provocados. No caso de áreas agrícolas, os problemas são causados, sobretudo, pela contaminação ocasionada por defensivos agrícolas e pela prática das queimadas.

Em razão dos conflitos entre os moradores causados devido à caça, ao desmatamento, ao uso de agrotóxicos e queimadas descontroladas, nas áreas vizinhas às unidades de conservação, torna-se necessário buscar soluções de caráter educativo ou legal, que permitam viabilizar medidas efetivas para evitar o uso inadequado desses espaços limítrofes, capazes de colocar em risco as áreas protegidas.

2.2 O Domínio Cerrado

Segundo May (1998), as sucessivas administrações do Governo Federal, durante as décadas de 70, 80 e 90, realizaram inúmeros programas e projetos para a dinamização econômica do Cerrado, contribuindo para uma acelerada ocupação de determinadas regiões. Foram construídas obras de infra-estrutura e de suporte à produção agropecuária e à transferência de contingentes populacionais de outras regiões.

As áreas onde predomina ainda o Cerrado apresentam um referencial histórico e ecológico muito amplo, e essa questão está sendo muito discutida nos dias atuais. O cerrado é um dos cinco maiores tipos de vegetação no Brasil e cobre cerca de 2 (dois) milhões de km² do território brasileiro. O clima nessa região é tropical (köppen Aw, mas Cwa nas regiões do sul), com precipitação anual média variando de 1100 a 1600 mm, sendo que cerca de 90% da precipitação ocorre na estação chuvosa (outubro a abril), havendo uma estação seca bem definida (maio a setembro). Na estação seca é comum ocorrerem incêndios, sejam naturais, resultantes de descargas elétricas, ou de origem antrópicas.

O cerrado é um importante bioma, não apenas por sua grande extensão, mas, também por sua grande biodiversidade e recursos hídricos. Entretanto, essa realidade não se faz presente na lógica dos que defendem uma conversão agrícola quase total da região do cerrado, desprezando a sua vegetação nativa (ASSAD, E. D., 2003; SANO *et al.*, 1998). O bioma contém, principalmente, fisionomias savânicas⁹, mas, também matas de galeria, florestas sazonais e vegetação de transição. (MANTOVANI *et al.*, 2002).

A diminuição da biodiversidade, além de causar mudanças nos ecossistemas naturais e nos seus processos ecológicos, pode ser um processo irreversível, sendo muito difícil recuperar o que foi formado de forma tão singular ao longo de bilhões de anos na história evolutiva de nosso

planeta. A importância da conservação da biodiversidade alcançou destaque mundial durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92)¹⁰ realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992.

Considerando que apenas 1,5% da vegetação do cerrado está protegida por lei em área de conservação (DIAS, 1990), prevê-se então a possibilidade de extinção de muitas espécies antes mesmo de serem determinadas, devido a fragilização dos ecossistemas, sendo um dos ambientes mais ameaçados devido à ampliação das fronteiras agrícolas no Brasil Central. A flora endêmica tem sofrido constantes devastações devidas à instalação de núcleos urbanos e agroindustriais associados às técnicas tradicionais de extrativismo regional e as queimadas anuais, causando perdas irremediáveis às populações de plantas e faunas associadas. (Figura 2)



Figura 2 – Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos do Brasil, com o Cerrado em posição central em relação aos outros domínios.

Fonte: Coutinho (2000).

As principais ameaças à biodiversidade do cerrado estão basicamente relacionadas a duas atividades econômicas: a pecuária extensiva de baixa tecnologia e a cultura intensiva de grãos, principalmente soja. Para Ortega (1998), a ocupação do cerrado pelas empresas rurais repete alguns dos erros básicos presentes na história econômica e ecológica do país.

Os solos do cerrado originam-se de quase todos os tipos de rocha, como arenito, ardósia,

9. Para as fisionomias savânicas já se têm conhecidas 270 espécies de gramíneas (FILGUEIRAS, 1991) e cerca de 800 espécies lenhosas (HERINGER *et. al.*, 1977), com um total de espécies de plantas vasculares de mais de 2500 (COUTINHO, 1990). Uma extensiva descrição da vegetação do cerrado pode ser encontrada em Eiten (1972, 1992), Ratter 1992, e Ribeiro & Walter (1998). A biodiversidade do Cerrado está estimada em cerca de um terço da fauna e flora brasileira e 5% da mundial. Muitas plantas têm usos alimentícios e medicinais, além de utilidades têxteis, corticeiras, oleaginosas, ornamentais e artesanais (ALHO & MARTINS, 1995).

10. Agenda 21 – É uma das tarefas definidas ao término do Rio-92, em que as nações assumiram o compromisso de colocar em prática ação direcionada ao desenvolvimento sustentável no próximo século.

folhelho, quartzito, granito, xisto, micaxisto, gnaiss e sedimentos não-consolidados. As rochas básicas, como basalto, gnaiss de minerais escuros, calcário etc., embora dando origem a solos que geralmente sustentam florestas mesofíticas quando estão nos interflúvios, também podem sustentar o cerrado, se suficiente tempo passou desde o começo da sua formação e eles ficaram extremamente lixiviados e empobrecidos de nutrientes (EITEN, 1990).

O solo do Cerrado é antigo, profundo e bem drenado, de baixa fertilidade, com alta toxidez e acidez pelo acúmulo de óxidos de ferro e alumínio. Os tipos mais comuns são: latossolo, que ocupa 46% do Cerrado; podzólico com 15% da área; areia quartzosa com 15%; Plintossolo com 9%; litólico com 7%; cambissolo com 3%; e hidromórfico com 2% (Reatto *et al*, 1998). As altitudes variam de 30 a mais de 1600 m com 95% da área entre 300 e 900 m, onde o relevo varia de plano a suavemente ondulado com a presença de amplos planaltos, favorecendo a agricultura mecanizada e a irrigação (DIAS, 1996).

Para Aoki & Santos (1979), o cerrado ralo e o cerrado aparecem em condições intermediárias de fertilidade do solo; o cerradão geralmente é encontrado em solos de melhores qualidades; e o campo sujo, normalmente em solos mais ácidos, com poucas matérias orgânicas e pobres em nutrientes. As variações fitofisionômicas também estão relacionadas com a capacidade de retenção de água dos solos, cujas condições de drenagem variam bastante, desde mal a excessivamente drenados. (Figura 3)

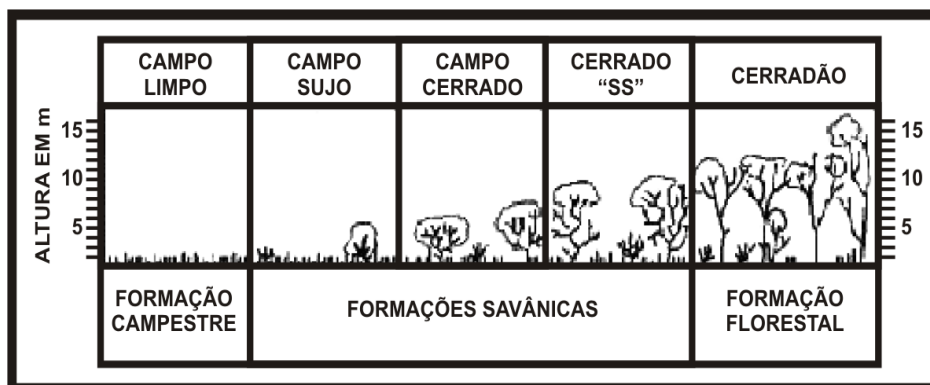


Figura 3 – Fitofisionomias do Cerrado *lato sensu*.

Fonte: Coutinho (2000).

Aoki & Santos (1979), citando Ab'saber (1967), menciona que nos interflúvios dos “chapadões”, onde predominam formas topográficas planas e maciças e solos pobres (latossolos e lateritas), aparecem cerrados, cerradões e campos, os quais vias de regra, descem até a base das vertentes, cedendo lugar, no fundo aluvial dos vales, às florestas ciliares, em geral largas e contínuas.

Em concordância com Coutinho (1990), Dias (1996), afirma que a vegetação do cerrado apresenta fenologia marcadamente sazonal, e a ocorrência de queimadas é comum em todas as formas de cerrado, especialmente naquelas em que o estrato de gramíneas é mais abundante. Em geral, os solos dos cerrados são profundos e bem drenados e possuem reduzida fertilidade natural. A ocorrência das diversas fitofisionomias que compõem o cerrado é consequência da natureza distrófica dos solos em combinação com fatores climáticos e efeito intermitente do fogo.

A vegetação natural do Domínio do Cerrado apresenta fitofisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. No aspecto fitofisionômico, as formações florestais representam áreas com predominância de espécies arbóreas com a presença de um dossel contínuo. As fitofisionomias florestais que ocorrem no Domínio do Cerrado são: Cerradão, Mata Seca, Mata Ciliar e Mata de Galeria. As formações savânicas referem-se às áreas com árvores e arbustos dispersos sobre um estrato gramíneo sem a formação de um dossel contínuo.

Desde o século passado, o fator antrópico passou a causar modificações intensas na paisagem do Domínio do Cerrado, com a abertura de áreas para produção agropecuária, produção de carvão, retirada seletiva de madeira, construção de cidades e estradas e uso freqüente do fogo (COUTINHO, 1990; ALHO & MARTINS, 1995).

A cobertura vegetal na área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães está representada pelo Cerrado com incursões de *Campo Cerrado*, *Campo Sujo*, *Campo Limpo*, *Cerradão Matas*, e *Áreas Desmatadas (Pastagens e Áreas Cultivadas)* (AMARAL *et al.*, 1982; BITTENCOURT ROSA *et al.*, 1996). Diante dos diversos conceitos de cerrado abordado por Coutinho (1978) e Ribeiro *et al.*, (1983), adotou-se, no presente estudo, a terminologia dos principais tipos fisionômicos da área de estudo, proposta por esses últimos autores, que será descrita a seguir:

2.2.1 Cerrado

O Cerrado se constitui na vegetação predominante na área de estudos, sendo perfeitamente diferenciado das outras formações. Sua constituição está determinada regionalmente por dois andares: Um arbóreo arbustivo com árvores de porte variável, entre 2 (dois) a 30 (trinta) metros de altura, bem espaçada e com caules recobertos por uma casca espessa, bastante tortuosa (inclusive os galhos), com folhas grandes e pilosas, tal como a Faveira (*Terramus volubilis*, Ducke.). (GOEDERT, 1987).

Neste andar, arbóreos arbustivos do cerrado podem freqüentemente evidenciar as seguintes espécies: a Lixeira (*Curatella americana*, L.), o Pequiizeiro (*Caryocar brasilienses*), o Pau Terra (*Qualea parviflora*, Mart.), o Ipê do Cerrado (*Tabebuia ipe*), a Piúva Amarela (*Tabebuia serratifolia*), o Pau Santo (*Kielmeyera coriacea*), a Aroeira (*Schinus terebenthifolius*), o Angico do Campo (*Piptadenia macrocarpa*), a Peroba do Campo (*Aspidosperma cylindrocarpum*), a Lobeira ou Fruta do Lobo (*Sollanum licocarpum*), a Umbaúba ou Embaúba (*Cecropia*, Sp.), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*), e o Gonçalves ou Gonçalves Alves ou Chibatã ou Ubatã ou Aroeira Vermelha ou Sete Cascos (*Astronium fraxinifolium*).

O outro andar é o arbustivo herbáceo, com a presença predominante das gramíneas, tais como o Capim Branco Felpudo (*Andropogon neesii*) e do Capim Mimoso (*Paratheria prostata*), que formam uma espécie de tapete vegetal, ou então distribuídos em pequenas moitas onde se destaca o Capim Barba de Bode (*Aristida pallens*), que é abundante nos solos pobres e secos, e o Capim Gordura (*Panicum mellinis*), também comum nesses solos.

Neste andar arbustivo herbáceo são também numerosas as espécies vegetais com tamanhos de 10 (dez) centímetros a 2 (dois) metros e dentre elas podemos destacar: o Murici (*Byrsonima verbascifolia*), a Guaviroba (*Cocos commosa*, Sp.), o Araticum (*Anona crassiflora*, Mart.), o Cajueiro do Campo (*Anarcadium humile*), a Canela de Ema (*Paepalanthus speciosus*), o Ruibarbo (*Rheum palmatum*) e o Assa Peixe (*Vernonia grandioflora*). Esta é a vegetação predominante na área de estudos, e possui estreita ligação com os solos e o clima regional.

a) Campo Cerrado

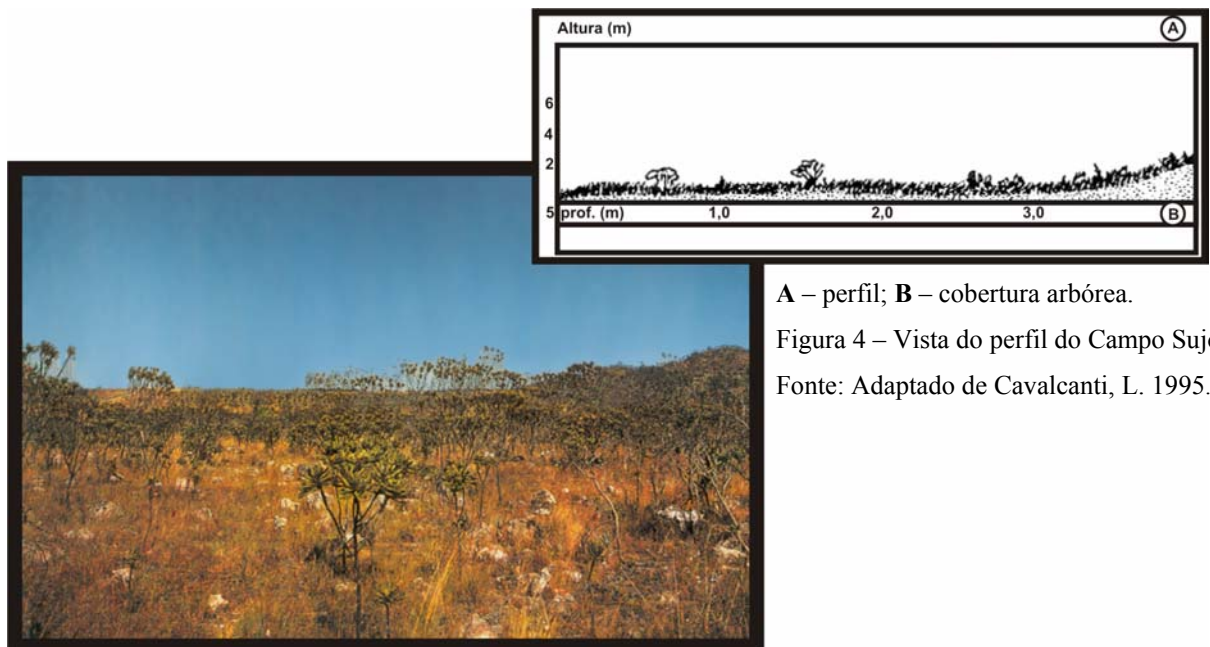
Essa formação vegetal está caracterizada na área de estudo por uma vegetação xeromórfica, mas se diferenciando do cerrado em função do espaçamento no andar arbóreo arbustivo, que é mais denso no cerrado.

Na área de estudo, de acordo com Amaral *et. al.*, (1982), o campo cerrado corresponde a uma forma fitofisionômica intermediária entre o Cerrado e o Campo Sujo, regionalmente corresponde a uma formação vegetal tipicamente de campo, onde predominam árvores pequenas, tortuosas, e na maior parte de cortéx suberoso, espesso e em sulcos, que podem atingir 5 (cinco) metros de altura, associadas a uma longa cobertura graminosa-lenhosa, e que são atacadas pelo fogo todos os anos. No campo cerrado podem ocorrer também agrupamentos de árvores raquíticas entremeadas com arbustos baixos, subarbustos, ervas e palmeiras anãs.

b) Campo Sujo

Este tipo de vegetação possui uma pequena semelhança com um campo cerrado degradado, constituído por estratos arbustivos e subarbustivos, que se superpõem à vegetação herbácea. Estão espalhados com irregularidade e ocorrem quase em meio à vegetação dos cerrados constituídos de solos mais pobres. Os seus limites são imprecisos. (Figura 4 e 5)

Na área de estudos ficou caracterizado o tipo vegetal evidentemente campestre segundo os dados de Ross, J. & Santos, L. (1982) natural e antrópicas, constituída por árvores de pequeno e médio porte, que ocorrem associadas de maneira esparsa a uma cobertura de gramíneas, mais arbustos, subarbustos e ervas, sendo referidas aos solos com superfícies duras, argilosas e aos cascalhos quartzosos, solos ferruginosos e areias soltas.



A – perfil; B – cobertura arbórea.

Figura 4 – Vista do perfil do Campo Sujo

Fonte: Adaptado de Cavalcanti, L. 1995.

Figura 5 – Vista panorâmica do Campo sujo

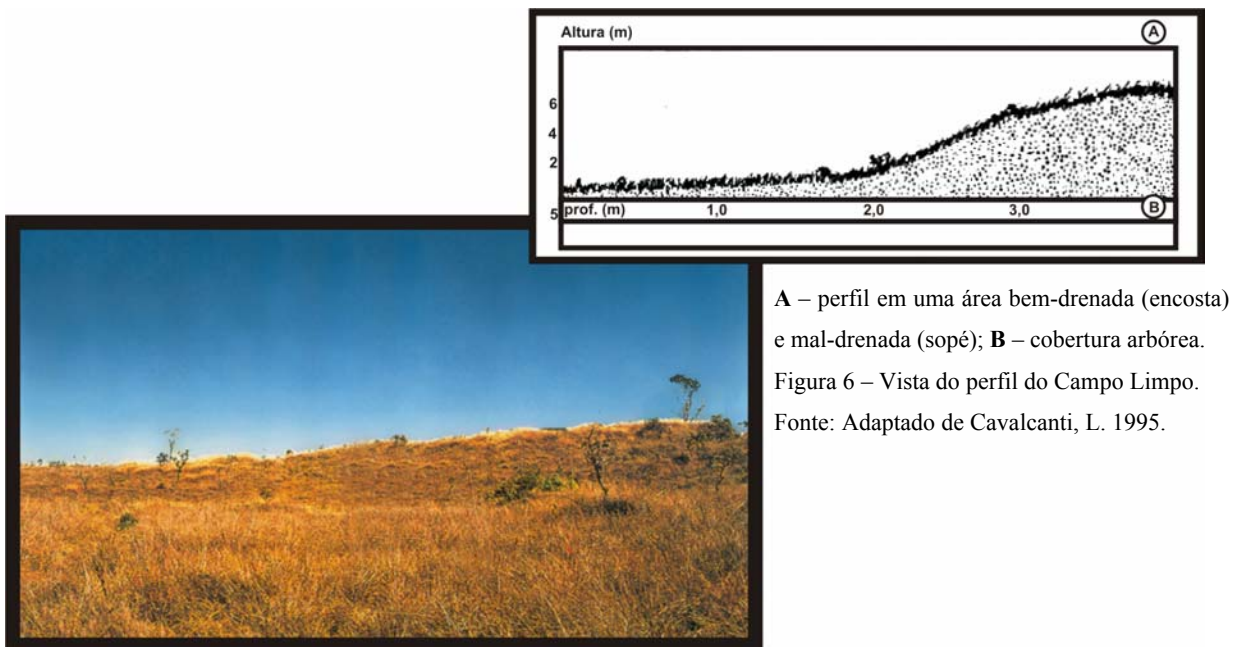
Fonte – Adaptado de Ottmar, R. *et al.*, 2001.

c) Campo Limpo

Esse tipo de vegetação está caracterizado na área de estudo por uma associação de cobertura predominantemente de gramíneas, com plantas lenhosas, pequenas herbáceas, com raros arbustos e ausência de árvores predominante. As gramíneas são isoladas ou então em tufos dispersos (estepes), ou em forma de pradarias, portanto formando uma cobertura densa e contínua.

As áreas de campo limpo são encontradas em diversas posições topográficas, com variações no grau de umidade, de profundidade e de fertilidade do solo. Frequentemente, localizam-se nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água e na beira de mata de galeria. Quando ocorrem em áreas planas, contíguas aos rios e inundadas periodicamente, compõem o campo de várzea.

Durante a estação das precipitações pluviométricas, a cobertura graminosa é densa e alta; entretanto, na estação seca, essa cobertura torna-se seca, e é consumido pelo fogo, fenômeno que se repete todos os anos. Os clássicos morros pelados que são comuns regionalmente apresentam esse tipo de formação vegetal. (Figura 6 e 7)



A – perfil em uma área bem-drenada (encosta) e mal-drenada (sopé); B – cobertura arbórea.

Figura 6 – Vista do perfil do Campo Limpo.

Fonte: Adaptado de Cavalcanti, L. 1995.

Figura 7 – Vista panorâmica do Campo Limpo

Fonte: Adaptado de Ottmar, R. *et al.*, 2001.

2.2.2 Cerradão

O Cerradão¹¹ corresponde a uma zona de transição entre o Cerrado e o Campo Cerrado, estando caracterizado pela presença de um número de árvores superior ao dos arbustos. Nessas árvores os troncos são quase que totalmente retos e as folhas podem variar de grandes a pequenas. O número de plantas espinhosas é significativo.

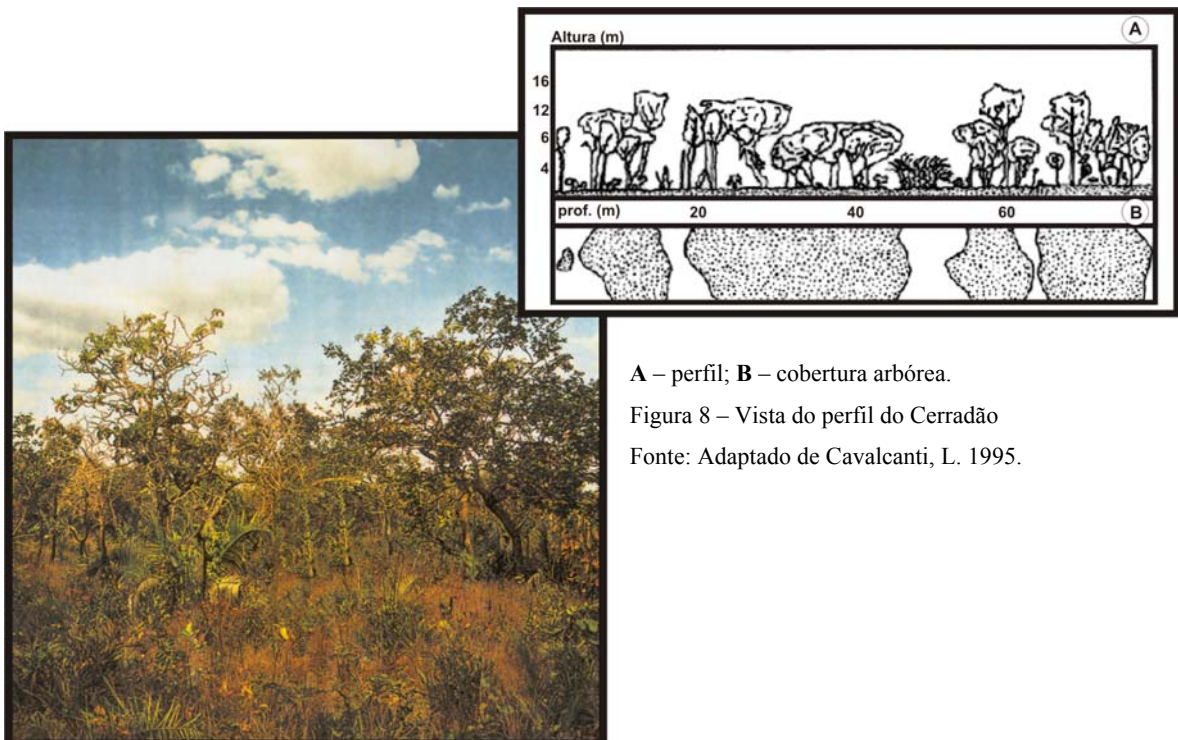
¹¹ A diferenciação entre essa comunidade vegetal, a mata mesofítica e o cerrado denso, em certos casos, torna-se difícil, porém empregando-se os parâmetros estrutura e composição florística, pode-se obter uma diferenciação satisfatória, exceto nas áreas de transição entre esses tipos fisionômicos.

A altura média do estrato arbóreo é de 8 a 15 metros, com dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 70 a 100%, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados. (Figura 8 e 9).

Na área de estudos podemos encontrar um Cerradão, onde as espécies predominantes são o Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), a Piúva amarela (*Tabebuia serratifolia*), o Vinhático (*Plathymenia reticulata*), o Pequi (*Caryocar brasiliense*), a Sucupira (*Bowdichia virgilioides*) e a Mangueira (*Mangifera indica*).

2.2.3 Matas

As matas correspondem às classes de formação vegetal de porte arbóreo, que na área de estudos estão representadas por diversos tipos fitofisionômicos encontrados geralmente na região de predominância do cerrado. Dentre as matas, podemos destacar regionalmente as Matas Mesofíticas - Ciliar e Galeria, e a Mata Xeromórfica (Cerradão).



A – perfil; B – cobertura arbórea.

Figura 8 – Vista do perfil do Cerradão

Fonte: Adaptado de Cavalcanti, L. 1995.

Figura 9 – Vista panorâmica do Cerradão

Fonte: Adaptado de Ottmar, R. *et al.*, 2001.

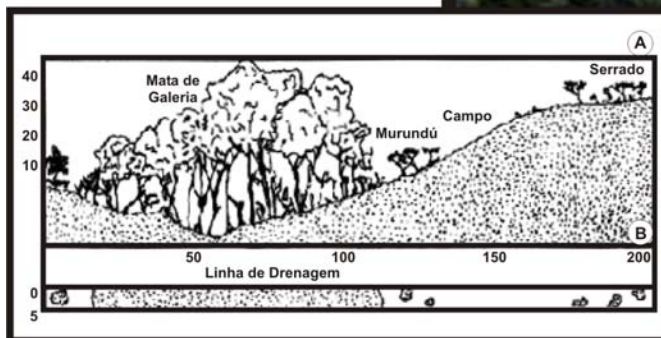
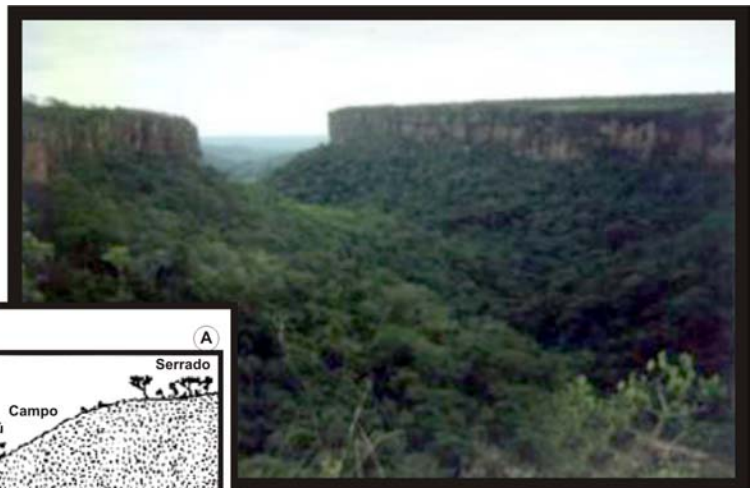
a) Mata Ciliar e Galeria

As matas ciliares e galeria correspondem a um tipo de formação vegetal que faz contraste com a vegetação local predominante. A principal característica é a linearidade, sempre acompanhando os vales dos rios e córregos, sendo que a mata ciliar forma um corredor de vegetação onde as copas são abertas, enquanto que a mata galeria, além de acompanhar possui as copas fechadas.

Localizam-se, geralmente, nos fundos dos vales, não apresentando caducifolia durante a estação seca. A altura média do estrato arbóreo está entre 20 e 30 metros, apresentando uma superposição das copas de modo a fornecer cobertura arbórea de 80 a 100% . Segundo Braun, E. (1962), esse tipo de vegetação corresponde ao resultado da elevação da taxa hídrica nos vales por efeito do acúmulo de água por gravidade, resultando daí um microclima favorável ao seu desenvolvimento. (Figura 10 e 11)

Figura 10 - Vista panorâmica de Mata de Galeria

Fonte: Adaptado de Ottmar, R. *et al.*, 2001.



A – perfil; B – cobertura arbórea.

Figura 11 – Vista do perfil de Mata de Galeria

Fonte: Adaptado de Cavalcanti, L. 1995.

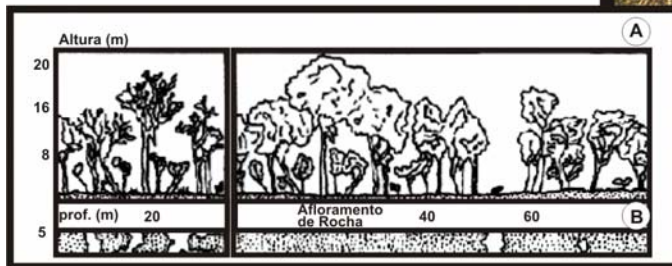
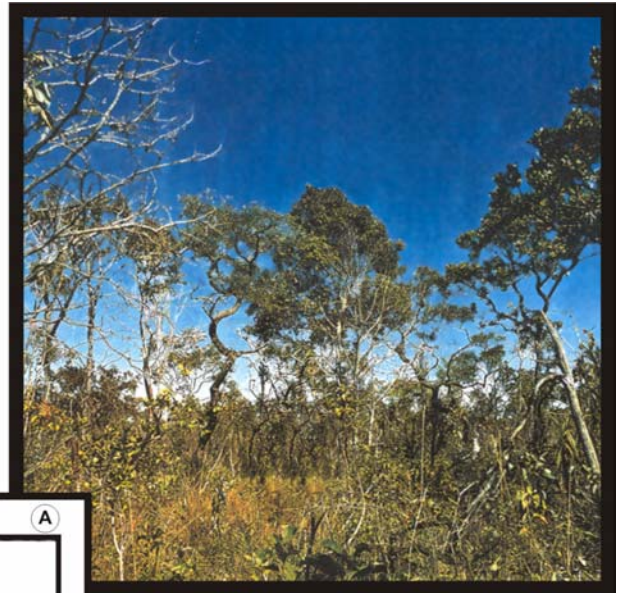
Essa formação vegetal está relacionada com uma vegetação tipicamente arbórea herbácea graminosa, com raros arbustos e subarbustos, onde se destacam os Buritis (*Mauritia vinifera*, Mart.), que em sua maior parte constituem renques que se destacam na paisagem, sempre acompanhando os cursos d'água, ou então num emaranhado de árvores de todos os tamanhos, ervas, plantas trepadeiras e espinhosas. O Babaçu (*Orbygnia speciosa*), a Jarrinha (*Aristolochia*

esperanzae), o Jacarandá (*Jacaranda mimosaeifolia*), e o Urucum (*Bixa orellana*), são espécies comuns das matas galerias.

b) Matas Mesofíticas

Caracteriza-se por vários graus de caducifolia durante a estação seca, o que contribui para o aumento da matéria orgânica no solo. (Figura 12 e 13) A altura média do estrato arbóreo está em torno de 15 a 20 m. Os fustes são eretos e alguns indivíduos emergentes. As copas se tocam, fornecendo, na época chuvosa, uma cobertura arbórea de 70 a 100% .

Figura 12 - Vista panorâmica de Mata Mesofítica
Fonte: Ottmar, R. *et al.*, 2001.



A – perfil; B – Cobertura arbórea.

Figura 13 –Vista do perfil de Mata Mesofítica

Fonte: Cavalcanti, L. 1995.

2.2.4 Áreas Desmatadas

Dentro desta denominação estão incluídas as áreas de onde a vegetação nativa foi retirada para a formação de pastagens ou então para a implantação de áreas cultivadas. No entorno da área de estudo (zona de amortecimento) existem áreas de pastagens, áreas de cultivos de hortifrutigranjeiros e chácaras para lazer.

a) Pastagens

As pastagens correspondem às áreas em que a cobertura vegetal nativa está representada predominantemente pelas gramíneas, arbustos subarbustos e ervas esparsas, em que o pastoreio é o uso principal. Localmente, alguns vegetais superiores que possuem grandes copas, nas áreas desmatadas para as pastagens, são deixados para fornecer sombra aos animais. Nessa faixa estão incluídas, tanto as pastagens naturais, como as artificiais (cultivadas).

b) Áreas Cultivadas

Estão incluídas dentro dessa denominação as áreas onde a vegetação nativa foi retirada para a implantação de chácaras de lazer e para áreas de cultivos de cana, milho, café, mamão, feijão, mandioca e secundariamente banana, laranja, arroz, manga e limão.

2.2.5 Conclusão

Estimativas indicam que a área do cerrado¹² já foi modificada em cerca de 65 a 80% pela ação humana devido à expansão agropecuária e urbana, produção de carvão e construção de estradas. Somente 20 a 35% correspondem a áreas nas quais a vegetação ainda conserva suas características originais (MANTOVANI & PEREIRA, 1998; C. I., 2002).

Os poucos fragmentos de vegetação com essas características devem ser considerados prioritários para implementação de áreas protegidas, uma vez que apenas 3% do Cerrado se encontram oficialmente em unidades de conservação federais ou estaduais.

Para agravar a situação, existe um número reduzido de áreas protegidas do Cerrado com tamanho superior a 100 mil hectares, o que mostra evidências da fragmentação do ecossistema. O mais grave é a falta de regularização das terras, pois muitas das unidades existem apenas no papel, sem proteção e manejo.

Existem ainda outros fatores agravantes, tais como: caça, corte seletivo de madeira,

¹² O cerrado é uma das 25 áreas do mundo consideradas críticas para a conservação, devido à riqueza biológica e à alta pressão antrópica a que vem sendo submetido. É uma das regiões de maior biodiversidade do planeta e cobre 25% do território nacional. Ao lado do mata atlântica, o cerrado é considerado um dos “hotspots” mundiais isto é, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta Segundo Myers *et. al.*, (2000), o conceito dos “hotspots”, estabelece áreas críticas para conservação em todo o mundo. A preservação do Pantanal está ligada diretamente à conservação do cerrado; as duas regiões têm sido tratadas de forma, isolada e vistas, sobretudo, como fronteiras agrícola e fonte de oportunidade econômica imediatas.

incêndios, proliferação de pragas, invasão por espécies exóticas e poluição (ALHO & MARTINS, 1995, TOCANTINS, 1997).

A estruturação fundiária baseada em grandes propriedades abriu espaço ao desmatamento, sendo que a prática da queimada, por não representar custos, tem sido a mais usada; sem fiscalização eficiente, o fogo descontrolado atinge outros complexos vegetacionais, propagando-se por áreas de grande extensão.

Assim sendo, os processos de degradação ambiental do cerrado, mais que a ocorrência de incêndios, devem-se à interferência antrópicas no bioma através da desfiguração da paisagem, uso de agrotóxicos, aberturas de estradas, construção de cidades e expansão da malha urbana.

Considerando os aspectos sociais deste processo como: a melhoria da qualidade de vida e a produção e produtividade agropecuária, o cerrado perde com tais intervenções suas características paisagísticas, potencial madeireiro, alimentar, oleaginoso, corticeiro, fitoterápico, o que conduz a medidas de gestão territorial.

O cerrado tem sido visto ainda como alternativo ao desmatamento na Amazônia, sendo proposta a exploração mais intensa dessa região, seja por expansão agrícola, seja por plantios florestais para captura de carbono atmosférico.

O processo de ocupação do bioma chegou a tal ponto que não é mais apropriado considerá-lo como fronteira. A ocupação humana e a construção de estradas fizeram com que a massa contínua de área com biota natural se transformasse em paisagem cada vez mais fragmentada, composta por ilhas inseridas numa matriz de agroecossistemas.

As extensas transformações antrópicas do cerrado têm o potencial de produzir grandes perdas de biodiversidade, especialmente em vista das limitações das áreas protegidas, pequenas em número e concentrações em poucas regiões. O grau de endemismos da biota do cerrado é significativo e pouco se conhece sobre a distribuição das espécies dentro do bioma, embora esforços importantes de pesquisa tenham sido iniciados na década de 1980.

De acordo com a Equipe do PROBIO (MMA/SBF, 2002) os resultados indicam que apenas 1/3 das áreas de cerrado do Brasil encontram-se pouco antropizados. A região do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães engloba a transição entre o cerrado do planalto central e a planície amazônica. O Parque não está implantado na sua totalidade e falta a inclusão das encostas ricas em espécies, adjacentes às áreas altas do Parque.

2.3 Aspectos sobre Incêndio Florestal

2.3.1 Generalidades

Cobrindo mais de 20% do território nacional, o cerrado é um complexo mosaico vegetacional de savana sazonal úmida, com formas fisionômicas que variam de campo limpo (formação de campo distrófica) até cerradão (formação de floresta escleromórfica e distrófica), determinado primariamente por gradiente de fertilidade do solo (COUTINHO, 1990), e estabelece que o cerrado seja um dos ambientes mais ameaçados devido à ampliação da fronteira agrícola no Brasil Central e a incidência de fogo que ocorre com intervalo de 1 a 3 anos.

O fogo é um fator de ocorrência natural na região dos cerrados, porém a atividade agropastoril tradicional tem utilizado freqüentemente as queimadas para abertura de novas áreas para o plantio e para estimulação de rebrotas consumidas pelo gado. Além disso fatores como clima, vegetação, tipo do solo e a própria atividade humana interferem no impacto do fogo sobre o solo e o microclima em longo prazo. A ação do fogo sobre as propriedades do solo depende da sua intensidade, da natureza da vegetação, do aumento da temperatura e da freqüência de queimadas.

O comportamento do fogo, tais como a duração, intensidade e freqüência, são fatores independentes e afetam o ambiente e as comunidades vegetais direta e indiretamente. Destacam-se três efeitos do fogo em comunidades vegetais, segundo Raison (1979): a) redistribuição e modificação de nutrientes; b) remoção da vegetação, originando novos microclimas e c) a ação direta do calor sobre as plantas e o solo.

Outros fatores como clima, vegetação, tipo de solo e a própria atividade humana criam condições divergentes a respeito do efeito do fogo sobre a resposta longo prazo do solo e seus microclimas. A duração do pulso de calor durante a passagem do fogo afeta a sobrevivência de organismos, quantidade de nutrientes e propriedades físicas e químicas do solo; estas, por sua vez, serão influenciadas pela intensidade do fogo, pela vegetação, aumento da temperatura ocasionado pelo fogo e freqüência das queimadas.

A resposta de cada espécie ao fogo dependerá de sua demografia, padrão de alocação, e forma de crescimentos. Se duas espécies que diferem numa variável demográfica são capazes de manter populações num local com um regime particular de fogo, deverão diferir também em alguma outra variável, que lhes permita coexistir nesse local. Algumas gramíneas do cerrado apresentam adaptações morfológicas que lhes conferem proteção contra o fogo

De acordo com Pereira (2003), diversos trabalhos foram realizados com relação ao fogo no cerrado; entretanto, ainda existem controvérsias quanto a sua utilização em práticas agropecuárias e no manejo de supressão total do fogo, adaptado em áreas de conservação do cerrado. Essas práticas agropecuárias, apresentam baixo custo, quando comparado a outras técnicas agropecuárias e de manejo de pastagens (NEPSTAD, *et al.*, 1999).

De acordo com Coutinho (1990), vários aspectos do efeito do fogo na vegetação do cerrado têm sido estudados. Entretanto, são poucos os trabalhos que apresentam as características da queimada, tornando difícil à comparação dos resultados, uma vez que a resposta ao fogo de qualquer elemento da biota dependerá do comportamento do fogo (velocidade e intensidade da frente de fogo, calor liberado, distribuição vertical e a duração de temperaturas elevadas).

A pecuária extensiva ocupa atualmente cerca de 60% da área do Cerrado e a cultura intensiva de grãos, principalmente soja, cerca de 6% (C. I., 2002). Mas, apesar da utilização de modernas técnicas na agropecuária, ainda é mantida a prática de manejo antiga e barata baseada no uso do fogo para renovação e limpeza de pastagens, bem como para abertura e limpeza de áreas agrícolas (COUTINHO 1990; 2000). Foi estimado que cerca de 20 a 30% do Cerrado são queimados anualmente (COUTINHO, 1990; FRANÇA, 2000). Atualmente, o uso do fogo na limpeza de restos culturais deixou de ser empregado nas culturas anuais mecanizadas (Ramos Neto, 2000).

Portanto, o fogo tem sido apontado como um agente causador de mudanças florísticas, fitossociológicas, fisionômicas e estruturais da vegetação e da faunística, reduzindo a densidade das árvores e eliminando espécies sensíveis.

2.3.2 Incêndio Florestal

Incêndio florestal é fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser provocado pelo homem ou por causas naturais. Esses incêndios se comportam de acordo com o ambiente em que se desenvolvem. O número de fatores externos que influem no comportamento do fogo é tão grande que é impossível prever com precisão o que acontecerá quando se inicia um fogo. As queimadas são práticas agropastoris ou florestais, onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como fator de produção.

As queimadas prescritas são práticas agropastoris ou florestais, onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como fator de produção, devidamente autorizadas pelos órgãos de

Meio Ambiente, através de normativas e documentos próprios. Ao contrário dos incêndios florestais, o fogo pode ser usado como forma de gestão de um espaço territorial, associado às diretrizes de um cadastro ambiental, ou do ordenamento territorial. As aplicações do fogo nessa forma de abordagem diferente podem ser definidas como a aplicação deliberada do fogo em condições ambientais que permitam alcançar os objetivos específicos de gestão dos recursos naturais.

Três fatores simultâneos são necessários para que os incêndios florestais ocorram:

- a) Condições meteorológicas propícias.
- b) Disponibilidade de combustível vegetal.
- c) Existência de fonte de ignição.

As condições meteorológicas da estação chuvosa no Cerrado propiciam o crescimento e acúmulo de fitomassa combustível, enquanto que as do período de estiagem secam a maior parte desse material, formado principalmente por gramíneas (OLIVEIRA, 1998; RAMOS NETO, 2000). Foi estimado que cerca de 70 a 75% da área queimada no Cerrado ocorrem no período seco (FRANÇA, 2000), sendo as atividades antrópicas ligadas a práticas agropecuárias sua principal causa (COUTINHO, 1990; 2000; MISTRY, 1998a; 1998b).

A existência de uma fonte de ignição geralmente está relacionada com a decisão humana de onde e quando queimar a vegetação, a qual depende de vários fatores, inclusive ambientais, econômicos, políticos e culturais. Para prever esse comportamento, estão sendo estudados indicadores da ação antrópicas que de alguma forma possam estar relacionados às queimadas, entre os quais uso da terra, malha viária, áreas urbanas, densidade populacional, etc. (CHUVIECO *et al.*, 1997; FERRAZ & VETTORAZZI, 1997, 1998). De acordo com Coutinho, (1990; 2000) e Mantovani *et al.*, (2002) a ação humana é a principal fonte de ignição para iniciar o fogo.

Outro indicador é o histórico das queimadas que compreende dados de áreas queimadas e de localização de focos de incêndios. Esses dados poderiam auxiliar na previsão de onde e quando a ação humana de usar o fogo poderia ocorrer, porque é razoável supor que quanto mais próximo no espaço e no tempo de queimadas ocorridas anteriormente, maior será a possibilidade de ocorrência de fogo, pois indicariam locais e períodos com as condições necessárias para ocorrência de fogo (CHUVIECO *et al.*, 1989, 1997). As imagens de sensores orbitais também podem ser utilizadas no mapeamento do uso da terra, de áreas queimadas e na detecção de focos de incêndios.

Atualmente, tem sido atribuída maior importância à prevenção do que à supressão do fogo, pois é mais fácil evitar uma queimada ou combatê-la no começo do que quando estabelecida e em propagação. O conhecimento da susceptibilidade possibilita o planejamento de medidas preventivas, otimizando a alocação de recursos pela melhor relação custo/benefício em comparação com as medidas supressivas (SOARES, 1984,1985).

A susceptibilidade¹³ ao fogo é a possibilidade de atendimento a essas três condições. No Cerrado, as condições meteorológicas da estação chuvosa propiciam o acúmulo de fitomassa combustível, enquanto que as do período de estiagem secam a maior parte desse material, tornando-o inflamável (OLIVEIRA, 1998; RAMOS NETO, 2000). (Figura 14).

No âmbito regional, os índices de susceptibilidade ao fogo podem ser utilizados no manejo da vegetação do Cerrado. Uma vez conhecido o grau de susceptibilidade em uma região, seria emitido alerta para as áreas de maior susceptibilidade, incluindo aquelas destinadas à preservação e no entorno, nas quais o uso do fogo seria proibido. Por outro lado, nas áreas de menor susceptibilidade poderia ser autorizado o uso do fogo controlado



Figura 14: Vista panorâmica dos incêndios florestais - Rodovia MT - 251

Fonte: Jornal Diário de Cuiabá – 2004

Os primeiros trabalhos sobre susceptibilidade da vegetação ao fogo são do início do

13. Em função do grau de susceptibilidade, algumas medidas preventivas no âmbito local podem ser tomadas para reduzir as ocorrências de incêndio, tais como: maior vigilância nas áreas com maior susceptibilidade, restrição de acesso a esses locais; construção de aceiros preventivos e reorganização das práticas de manejo agropecuário. Também podem ser tomadas medidas auxiliares para o combate inicial ao fogo, como construção de estradas de rápido acesso aos locais de maior susceptibilidade e alocação de recursos em pontos estratégicos.

século passado, com os primeiros índices sendo desenvolvidos na década de quarenta (Turner *et al.*, 1961). Em 1972 foi finalizado o primeiro índice nacional de susceptibilidade, conhecido como fórmula de Monte Alegre (SOARES, 1985).

Entre os índices de susceptibilidade ao fogo, existem os que utilizam somente dados meteorológicos e aqueles que também incorporam dados vegetacionais e antrópicos. Os parâmetros meteorológicos relacionados à umidade da vegetação variam em curto prazo de tempo, sendo de caráter diário.

Índices de susceptibilidade mais antigos utilizam apenas esse tipo de dado, tais como o Angstrom, desenvolvido na Suécia em 1942, o Nesterov, criado na Rússia em 1949, e o Monte Alegre, desenvolvido no Brasil em 1972 (TURNER *et al.*, 1961; SOARES, 1985). Além dos dados meteorológicos, os índices mais recentes utilizam estimativas da umidade da vegetação obtidas de imagens de sensores orbitais.

Os índices que utilizam simultaneamente múltiplos parâmetros¹⁴ tiveram impulso com o advento dos Sistemas de Informações Geográficas, que permitiram a utilização de dados de naturezas diversas com maior resolução espacial e temporal. Além dos dados meteorológicos e imagens de sensores orbitais utilizados para estimar a umidade da vegetação, foram incorporados parâmetros de longo prazo, de caráter anual ou permanente, como por exemplo: tipo de vegetação; tipo e quantidade de combustível vegetal; padrões meteorológicos sazonais; declividade; exposição solar; uso da terra; malha viária; restrição de acesso; rede de aceiros; densidade populacional; padrões de distribuição espaço-temporal das queimadas (CHUVIECO *et al.*, 1997, 2002; FERRAZ & VETTORAZZI, 1998).

2.3.3 Risco de Incêndio

O risco de incêndio é a condição potencial de ocorrência e propagação de um incêndio florestal, definido pelas características do material combustível, entre outros fatores, que somados formam uma situação favorável de ignição e dificuldades de extinção do fogo (Souza *et al.*, 2000). Um incêndio florestal ocorre quando um ambiente é ou está momentaneamente vulnerável e é exposto a um fator de ameaça, ou seja, na junção de combustíveis inflamáveis expostos a uma fonte de calor. Desta forma, os dois fatores que regem a ocorrência de incêndio

14. Exemplificando, esses índices, são citados: Risco de Fogo (RFC), desenvolvido pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Brasil, lançado em 1998 e o Mapeamento de Risco de Incêndio (FERRAZ & VETTORAZZI, 1998), desenvolvidos no Brasil.

são a vulnerabilidades do ambiente e o fator de ameaça (CASTAÑEDA, 1997).

O conceito de vulnerabilidade¹⁵ refere-se assim aos combustíveis e às condições ambientais que os tornam susceptíveis de ignição, enquanto que o conceito de risco se refere à ocorrência das causas que a provocam. A concomitância da vulnerabilidade e do risco origina o perigo de eclosão dos incêndios.

De acordo com Castañeda (1997), o risco de incêndio é composto pela vulnerabilidade e o fator de ameaça a que está submetido o ambiente. A vulnerabilidade pode ser traduzida em função do material combustível e das condições ambientais, que favorecem a ignição e propagação do fogo. Entre os fatores relacionados encontram-se características do solo em associação com a cobertura vegetal. A ameaça diz respeito à probabilidade da existência de agentes naturais e antrópicos que dêem início ao processo de combustão

Uma zona de risco de incêndio é uma área delimitada em função do potencial de ocorrência e propagação do fogo, identificada através de características ambientais comuns que se traduzem em um mesmo potencial de risco. Segundo Show & Clarke, (1953), as zonas de risco são delimitadas segundo a distribuição de pontos de ignição de incêndios. Essas áreas de concentração formam zonas de risco, úteis no trabalho de elaboração do plano de gestão territorial (gestão ambiental, prevenção e supressão do fogo).

2.3.4 Manejo do Fogo

Para Dias (1992), uma das técnicas de manejo do solo do cerrado é o uso milenar do fogo com intuito da renovação de pastagens e formação de áreas para agricultura, prática essa que passa de geração para geração. Mas para o cerrado as queimadas são de extraordinária importância para esse domínio, eliminando o acúmulo de biomassa de baixo valor nutritivo, ocasionando o brotamento de gramíneas e a germinação de suas sementes.

Para Coutinho (1990), as queimadas são problemas antigos, ligados principalmente a cultura do uso do fogo como instrumento de trabalho no processo de ocupação, limpeza de área para eliminação de restos de cultura e de pragas, bem como manejo de pastagem. Esses processos propiciam a concentração de focos de queimada nos períodos mais secos do ano.

Os incêndios florestais são os principais fatores responsáveis pela destruição da cobertura

15. Para uma discussão mais detalhada sobre a elaboração de uma carta de vulnerabilidade, consultar Abala-Bertrand, J.M. (1993); Bailey, K. D. (1989); Bryant, E. (1991); Butzke, I.C. (1995), Lagadec, P. (1992); Mattedi, M. A. (2000); Figueiredo, L. F. (2000), entre outros. No texto, os termos vulnerabilidade natural, vulnerabilidade do meio físico, vulnerabilidade e suscetibilidade possuem o mesmo significado.

vegetal, queima de húmus e mortalidade de microorganismos. Também são responsáveis pela debilitação de árvores jovens susceptíveis a pragas e doenças, eliminações de sementes em estado de latências, destruição de belezas cênicas naturais, além de perdas de nutrientes, provocando ressecamento e erosão do solo.

Os incêndios são caracterizados pela queima de vegetação viva, morta e rasteira como as herbáceas; da camada de folhas, galhos, etc. que se mistura com a terra do solo (serrapilheira), além de troncos e, especialmente de material que tenha sofrido decomposição. Torna-se difícil controlar os incêndios florestais em áreas de cerrado, pois acúmulos de biomassa seca, palha, criam condições favoráveis ao fogo, onde qualquer descuido com o seu uso poderão causar incêndios severos sem possibilidade de supressão.

Esse motivo faz com que o manejo adequado do fogo em reservas de cerrado venha a constituir-se um eficiente meio para a conservação da flora e da fauna, com objetivos de conservação. Queimadas em rodízio, em parcelas pequenas e com regimes próprios, reduziriam os riscos de grandes incêndios acidentais, permitindo que a flora conclua seus ciclos, acelerariam a ciclagem dos nutrientes minerais e aumentariam a produtividade dos ecossistemas, além de suprir os animais com alimentos durante as estiagens.

Coutinho (1990) considera que os incêndios florestais anuais provocam danos graves ao meio ambiente, enquanto que a queima feita a cada dois anos garante o crescimento de uma boa pastagem, como ensina o conhecimento empírico dos criadores de gado do cerrado. A idéia do manejo do fogo de três em três anos evitaria o acúmulo excessivo da biomassa combustível (folhas, gravetos secos depositados no solo), que facilita as queimadas acidentais, e possibilitaria o crescimento aéreo de certas plantas, que germinariam com maior rapidez. Por outro lado, a supressão total do fogo poderia conduzir a diminuição do patrimônio genético do cerrado, eliminando número significativo de espécies que possuem dependência das queimadas.

Seria, portanto, substituir o regime de incêndios destrutivos na estiagem por um regime de queimas pouco intensas durante o ano, produzindo apenas alterações em curto prazo. Esse tipo de gestão territorial permite reduzir a carga de combustível em áreas estratégicas, a fim de diminuir a severidade de um evento maior. Como ferramenta da gestão do território, sua área de atuação pode passar pela preparação de novas áreas agrícolas, na eliminação de espécies vegetais indesejáveis, na execução de desbastes, no controle de pragas e doenças ou na gestão de recursos aquíferos em regiões de interesse.

A questão do fogo no cerrado é muito discutida pelos cientistas e pesquisadores que estudam a sua origem. Na literatura é encontrada citação de vários autores que descreveram

diferentes possibilidades. Para o caso das queimadas incentivadas, outros pesquisadores alegam que a ação de natureza humana no ateamento de fogo nos cerrados é relativamente recente em relação ao tempo que o mesmo deve ter levado para apresentar suas fitofisionomias.

De acordo com Soares (1996), os incêndios não estão distribuídos uniformemente através do fragmento florestal. Em algumas regiões (Figura 10), a frequência com que os incêndios ocorrem é maior, como próximo de vilas ou acampamentos, margens de rodovias, margens de estrada de ferro, proximidade de áreas agrícolas e pastagens e margens de rios e lagos e de turismo.

Dentre as causas mais comuns de incêndios florestais, podem ser citadas: incêndios criminosos, focos de incêndios causados por cigarros, prática de pequenas fogueiras, prática de cultos religiosos, bem como descontrole do fogo usado em queimadas para renovação ou limpeza ou aberturas de áreas vizinhas.

A elaboração de um mapa temático, através da marcação dos pontos onde ocorrem os incêndios e entorno, possibilita a visualização das áreas de maior incidência de incêndios e auxilia na elaboração de políticas de ordenamento territorial. De acordo com Brown & Davis (1973), normalmente 80% das ocorrências se encontram em áreas de risco, enquanto 20% das ocorrências estão distribuídas em outras áreas.



Figura 15: Visita de Turistas à “*Casa de Pedra*” Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

Fonte: Acervo Prof. Dr. Deocleciano Bittencourt Rosa - Dpto. Geografia/UFMT - 2004

Segundo Ferraz & Vettorazzi, (1998), quando um foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores como: tamanho do

fragmento, falta de recursos próprios para o combate, demora em detecção e falta de acessos adequados, ausência de organização das comunidades afetadas, etc. Assim, a utilização de técnicas de prevenção de incêndios, bem como a realização de planejamento estratégico de ação é primordial para a implantação de um programa de gestão territorial. (Figura 16).

Partindo desse pressuposto, observa-se que o SIG é uma ferramenta que pode ser utilizada para gerar mapas temáticos como localização de estradas, corpos d'água, manchas urbanas das áreas queimadas, dos focos de incêndios e também possibilita a obtenção de mapas que mostram áreas da região com maior ou menor vulnerabilidade. Com as informações oferecidas pelos mapas síntese, várias medidas podem ser tomadas para reduzir a ocorrência de incêndio na área de estudo.

Um dos métodos para mapeamento de risco de incêndio¹⁶ é a utilização de fatores inerentes à área e à vegetação local, como: relevo, tipos vegetais, uso da terra dados meterológicos locais, além de outros (CARAPPELLA, 1996; CHUVIECO & CONGALTON, 1989). Esses dados são analisados de acordo com a sua distribuição espacial na área e, para obter melhor análise e resultado usa-se o SIG.

De acordo com Chuvieco & Congalton (1989) o uso do SIG torna possível atualizar e recuperar informações espaciais, bem como produzir modelos cartográficos por combinações, de



Figura 16: Vários focos de Incêndio Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

Fonte: Jornal Diário de Cuiabá - 2004

16. Entende-se que esta escala regional, como o próprio nome indica a área de trabalho de uma região englobando vários fragmentos, podendo ser um município, uma bacia hidrográfica ou outra unidade de trabalho. Na escala local, os focos de atenção são fragmentos individuais, selecionados pelo seu grau de importância.

diversas maneiras, de planos de informações incluída no Banco de Dados. Desta forma, o SIG pode ser considerada hoje uma técnica indispensável no mapeamento de risco de incêndios, mapeamento dos focos de queimadas e das áreas queimadas, ou seja, a sua utilização viabiliza a aplicação prática do mapeamento, podendo ser realizado em duas escalas: regional e local.

2.3.5 Monitoramento das Queimadas nos Municípios de Mato Grosso

O lançamento do primeiro satélite Landsat, em 1972 possibilitou detectar alterações nas áreas florestais através do espaço. A partir desse momento, as imagens termais e do infravermelho médio têm sido usadas na detecção de incêndios e estudos de mapeamento, permitindo que áreas queimadas e não queimadas sejam detectadas através do contraste entre os gradientes térmicos. (BATISTA, A. C., 2004; FERNANDES, A. E., 1996). O Instituto nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do Sistema de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Amazônia, monitora as ocorrências de incêndios florestais para o Brasil através de sensores espaciais.

O fogo é a fonte mais comum de altas de temperatura na superfície da Terra, os dados dos satélites NOAA podem ser usados para criar mapas diários de focos de calor ativos, por meio de um programa de computador que identifica as áreas, na superfície terrestre, onde há determinado nível. A expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor temperatura excede um captado na superfície do solo por sensores espaciais. Os mapas que podem ser produzidos a partir dos dados colhidos pelos satélites proporcionam uma ilustração dramática da magnitude do fogo e são à base do programa do governo brasileiro que monitora as queimadas.

Em 1998, o esforço para monitorar e minimizar o fenômeno dos incêndios florestais passou a ser feito com a parceria IBAMA/PROARCO/INPE, dando ênfase à região norte do País. Os dados são obtidos nas imagens termais dos satélites meteorológicos NOAA, quatro vezes ao dia, GOES oito vezes ao dia, e Terra e Aqua duas vezes ao dia, e em seguida integrados a dois sistemas geográficos de informações (SpringWeb- Queimadas e Terralib-Queimadas) podendo ter acesso pela Internet. Estas informações ficam à disposição dos usuários após 20 minutos das passagens dos satélites. (FERREIRA, N. J. *et. al.*, 2004)

No ano de 2000, foi realizada uma análise em todo o país da quantidade de queimadas, através do monitoramento do número de queimadas, pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento em parceria com a EMBRAPA; buscaram-se, nesse período, alternativas tecnológicas para uso do fogo através de campanhas na mídia e de educação ambiental O

resultado desse monitoramento apresenta queimadas mais expressivas no Estado de Mato Grosso, seguidas do Estado do Pará e do Maranhão.

Foram identificadas, nessa análise, áreas críticas onde o padrão especial das queimadas aparece de modo difuso, iniciando quase sempre nas fazendas ou em pequenas propriedades rurais e roçados de pequenos agricultores, ou acontece na área de influência das áreas de conservação, afirmando que esse número vem aumentando de tal modo que o manejo do uso do fogo torna-se necessário para todos os tipos de ecossistemas.

A FEMA (2001), na detecção de queimadas ativas, considerando a extensão territorial de Mato Grosso, utiliza o sensoriamento¹⁷ remoto orbital na observação de mudanças no meio Ambiente, a partir das imagens obtidas por satélites NOAA. Após o recebimento das imagens, elas são selecionadas; apenas os elementos de resolução unitária, os *pixel* saturados, são associados a um foco de calor intenso, ou seja, uma queimada, ou por incêndios florestais. Após esse processo, é gerado um arquivo digital codificado determinando as coordenadas geográficas (latitude e longitude) dos focos de calor e sua intensidade.

Cada um dos satélites NOAA recobre uma mesma região duas vezes ao dia, com doze horas de intervalo entre passagens. Essas condições são ideais para o monitoramento diário das queimadas. Satélite NOAA-12, de passagem noturna: horário GMT 21:00 e 22:45 horas – horário Brasília 18:00h e 19h45 min, é o principal satélite no monitoramento de queimadas utilizadas pelos órgãos ambientais no Brasil e engloba focos de calor detectados por passagens realizadas durante o final da tarde e o início da noite (FEMA 2001). O número de focos¹⁸ obtidos por essa passagem representa a melhor estimativa de queimadas ativas ou em fase de

17 Os sensores NOAA são a principal fonte de informações diárias cobrindo os fogos, em uma escala continental ou global. Os dados que eles geram são utilizados, principalmente, como um índice de intensidade do fogo e não como uma medida quantitativa direta do número de focos de fogo, da área queimada, ou do tipo de vegetação que está queimando. Os dados são registrados como células ou *pixels* de 1,1 x 1,1 km, não sendo possível saber o tipo de vegetação; exceto em regiões onde haja grandes extensões de floresta homogênea ou pastagens que cubram várias células. Entretanto, esses dados subestimam a área queimada e o número de incêndios por várias razões. É improvável que incêndios florestais rasteiros sejam detectados por essa técnica de mapeamento, já que os mesmos ocorrem sob o dossel da floresta e, portanto, permanecem imperceptíveis aos satélites. Múltiplos fogos ocorrendo na mesma célula de 1,1 x 1,1 km são registrados como um só. As fumaças ou as nuvens podem também esconder fogos ativos, evitando que os satélites os registrem. Os fogos associados com desmatamento recente ou queima de pastagem podem deixar cinzas incandescentes, que são registradas como um incêndio ativo, mesmo depois de apagado. Setezer & Pereira (1991), resumem as limitações dos dados obtidos pelos satélites NOAA e apontam para a necessidade de mais fontes de informações.

18. Outras informações sobre o fogo podem ser obtidas pelos satélites Landsat dos Estados Unidos e pelo Spot da França. As células desses satélites (30 x 30 e 10 x 10 metros respectivamente) são bem menores que as dos satélites NOAA. Esses satélites requerem de quatorze a dezesseis dias para dar a volta em torno da superfície da Terra; as imagens por eles produzidas são práticas para monitorar fogos ativos e ainda são úteis para mapear as cicatrizes deixadas na vegetação pelos incêndios florestais. Essas cicatrizes são mais facilmente visualizadas nos primeiros meses após o incêndio, antes de as espécies pioneiras se restabelecerem, podendo ser detectadas por, no mínimo, um ano após a ocorrência.

extinção. A limitação da utilização desses dados é que a maioria das queimadas ocorre durante o dia.

O satélite NOAA-14 de passagem vespertinas: horário GMT 17h30min e 19h00min – horário de Brasília 14h30min e 16h00min, engloba os focos de calor detectados por passagens realizadas durante o período da tarde. Os focos detectados nesse horário não correspondem necessariamente a queimadas ativas.

Áreas de solo exposto que durante o dia absorvem energia solar, aquecendo até atingir uma temperatura que sature o sensor AVHRR, bem como as indústrias que possuem muitas áreas quentes expostas e recebem intensa insolação nesse horário, também podem saturar o sensor, porém não se trata de uma queimada por se repetir na mesma área num curto espaço de tempo. Esses dados são utilizados pela FEMA apenas nos meses de junho e julho, quando a reflexão solar é menos intensa.

Esses arquivos contêm dados referentes ao dia, mês, ano, hora (GMT) da passagem do satélite pela linha do Equador. Esse sistema permite a localização de focos de calor com frentes de fogo superiores a 30 x 30 metros, e com uma temperatura igual ou superior a 47° C para saturar o sensor AVHRR. Os arquivos digitais dos focos de calor gerados pelo INPE são disponibilizados para a FEMA e são processados no programa de detecção de queimadas, denominados Sistema de Foco de Calor (SIDFOC). A coleta dos arquivos digitais codificados abrange o período da seca no Brasil Central (1° de maio a 30 de novembro.).

2.4. Cadastro Técnico Multifinalitário

Loch (1990) cita que o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) é a base para qualquer tipo de planejamento municipal ou regional, uma vez que fornece ao planejador todos os elementos que caracterizam a área de interesse para qualquer tipo de estudo ou demanda de informação.

O cadastro passa a ser multifinalitário quando seus dados podem ser acessados, atualizados, compartilhados e utilizados por vários órgãos governamentais ou empresas que necessitam de informações para diferentes propósitos (KELM, 2000). Dessa forma, a principal função do CTM, devido às informações que reúne, é a de servir de instrumento na tomada de decisões, principalmente no planejamento, seja este ambiental, físico, social ou econômico.

A Fédération Internationale des Geomètres (FIG, 1999), acrescenta que o cadastro pode ser estabelecido para propósitos fiscais, legais, suporte na administração e uso da terra,

permitindo o desenvolvimento e a proteção ambiental. Dessa forma, segundo a FIG, ela contempla quatro elementos fundamentais na constituição do cadastro quer seja a medição, a legislação, a economia e o meio ambiente. A tecnologia computacional oferece excelentes oportunidades para a automatização do CTM e a criação de Sistema de Informações Territorial (LIS).

O cadastro técnico segundo Österberg (2002), foi estabelecido com a finalidade primeiramente para a administração da terra do governo (cobrança de impostos territoriais de uso da terra e distribuição de direitos de terra). A segunda foi prover segurança de posse para o proprietário da terra, para o mercado de terra, e para investimentos na terra. E por último, a grande necessidade do cadastro é prover informações sobre a terra para uma administração sustentável de seus recursos, com preocupação ambiental simultânea do governo e do usuário da terra.

Oportunamente, é importante ressaltar que o cadastro clássico é definido fundamentalmente como um inventário¹⁹ organizado que permite agregar conhecimentos físicos, jurídicos e econômicos da menor unidade territorial, a parcela (SHENOME, 1997), devendo ser feito sob a forma geométrica e descritiva (BLACHUT, 1974).

Independentemente da estrutura administrativa, o CTM pode ser centralizado, e descentralizado, ou ambos, e pode ser implementado por uma ou mais agências nos níveis local, regional, ou ainda nacional (DALE & MCLAUGHLIN, 1990).

Para Williamson (1998), os sistemas cadastrais são divididos normalmente em cadastros rurais e urbanos, de acordo com as características da área a ser implantado. As finalidades do cadastro também variam em áreas rurais, onde o CTM é importante, pois promove a legitimidade da posse da propriedade, além de outros benefícios. Nas áreas urbanas, o sistema cadastral é essencial porque permite ao gestor público gerir as cidades com efetividade.

Quanto a sua aplicação na área ambiental, o CTM é fundamental, pois permite agregar as mais variadas informações referentes ao meio ambiente que, dependendo das tecnologias aplicadas na obtenção dos dados, pode servir aos níveis micro ou macro, ou seja, desde sua aplicação dentro de uma empresa ou um complexo de empresas, até uma área maior em que se

19. Contribui para o entendimento a análise de Cambaco (1991), que apresenta o CTM como um inventário metodicamente arranjado, de dados de parcelas baseadas no levantamento de suas confrontações e sistematicamente identificadas por designações separadas. Seu objetivo principal é a identificação e a descrição de dada porção de terreno, tanto do ponto de vista jurídico fiscal, como geométrico. Desse modo, ressalta-se que o CTM, para ser entendido como uma ferramenta lógica e padronizada para a avaliação das características locais e regionais, entre as quais se destaca a questão ambiental e de dinâmica urbana, deve contemplar a atualização permanente dos dados cadastrais, em função da dinâmica que esses espaços apresentam (LARSSON, 1991).

envolvem organismos de fiscalização e controle por parte do governo ou órgãos ambientais.

Entretanto, Loch (1989) afirma que o CTM é muito importante para o controle do meio ambiente e que, por estar fundamentado em diversas técnicas, deve ter o respaldo da legislação do uso e ocupação do solo para a sua concretização. Dessa forma a implantação do cadastro técnico exige um apoio legal objetivo, prático e exeqüível, normas simples de execução, procedimentos administrativos organizados, utilização de equipamentos técnicos precisos e moderno e pessoal técnico suficientemente capacitado.

Compreende um conjunto de informações, e esses instrumentos permitem a qualquer pessoa, órgão ou empresa conhecer a realidade de um imóvel tanto a nível geométrico, dimensões, superfície, localização, como também do uso desse imóvel. Trata-se, portanto, de um sistema de informações da terra, normalmente administrado por uma ou mais agências governamentais. Todavia, atualmente, a informação é cada vez mais usada através dos setores privados ligados ao planejamento urbanos e rurais, administradores da terra, e no monitoramento ambiental.

Porém somente com a execução do cadastro técnico, tanto rural como urbano, será exeqüível um planejamento integrado de uma região, possibilitando a coordenação e o estabelecimento de escalas de prioridades para os investimentos públicos. Através dos mais variados mapeamentos temáticos, é possível programar e planejar exatamente o que é, e em que quantidade produzir dentro de um sistema econômico lucrativo.

O cadastro técnico é configurado com o objetivo de entrar no mecanismo do planejamento e gestão, sobretudo para gerir, o que significa também conhecer, tornando-se desta forma a base para a análise e controle ambiental. Contém, também, instrumento de políticas públicas aplicadas à gestão territorial que, explorado corretamente, poderá garantir eficiência na fiscalização ambiental, prevenção dos crimes e nos acidentes ambientais, o que permite ações educacionais no âmbito da cultura de uso do solo e das ações de prevenção da degradação ambiental.

O cadastro técnico compreende simultaneamente o registro da terra, o de seus componentes que integram a terra e o inventário desses componentes e o registro em mapas. Portanto, o Cadastro Técnico Ambiental compreende um conjunto de informações inerentes ao meio ambiente, compiladas na forma de mapas temáticos e atributos, com suas respectivas correspondências (VAN Der MOLEN, 2002).

Indubitavelmente, a ausência de um cadastro atualizado e bem equipado com as ferramentas básicas dificulta e retarda o planejamento e o desenvolvimento no ambiente urbano

ou rural. Assim essa situação de desconhecimento de dados físicos e espaciais é condicionante para a solução dos problemas pela restrição das possibilidades do planejamento territorial e de uma melhor proposta de gestão ambiental ocasionadas pelos incêndios florestais.

Segundo Figueiredo *et al.*, (1998), todo trabalho voltado para avaliação de impactos ambientais de uma determinada área de estudo prescinde da criação de um banco de dados ambientais. Esse banco de dados valioso instrumento auxiliar de gestão, deve atender ao conhecimento da realidade e identificação de problemas, podendo embasar a elaboração de propostas que venham a oferecer alternativas para a viabilidade socioeconômica da região estudada.

Bitencourt *et al.*, (1998) destacou a importância do conhecimento da legislação referente ao estabelecimento e manutenção de unidades de conservação. Nessa pesquisa, os autores integraram as ferramentas do cadastro com a legislação que regulamenta a formação das unidades de conservação, com o intuito de avaliar a história dos conflitos de ocupação de terra nessas áreas e efetuar o reordenamento físico-espacial da mesma. De acordo com estes critérios realistas, surge a necessidade de se dispor uma maneira apropriada de adquirir, armazenar, recuperar e processar as informações ambientais nos diversos espaços geográficos, o que induz no uso de cadastro técnico ambiental, com todas as informações geradas para a área em estudo.

O mapeamento cadastral é a maneira de identificar as riquezas e problemas de um território, dando sustentação para o planejamento regional e o ordenamento territorial, e terá como base os dados dos aspectos físicos e das atividades geradas pelo homem, analisando-os sob a ótica da conjuntura econômica da região.

Entretanto, os sistemas de informações cadastrais podem propiciar uma visão particular e geral do espaço (rural, urbano ou regional) nos seus aspectos físico-territoriais, fornecendo aos tomadores de decisão uma indicação rápida e segura de subsídios para solucionar problemas existentes em determinada área, de acordo com Loch (1989). Um sistema de informações é definido por Mclaughlin (1997) como uma combinação de recursos técnicos e humanos com um conjunto de procedimentos organizacionais, produzindo informações de apoio a exigências de gerenciamento.

Diferentes tipos de sistemas de informações podem ser estabelecidos, de acordo com a finalidade a que se propõem e podem ser planejados para fornecer (MCLAUGHLIN, 1997): *Informações ambientais*: seu principal objetivo é delimitar zonas ambientais, associadas a uns únicos fenômenos físicos, químicos ou bióticos; *Informações de infra-estrutura*: focaliza principalmente estruturas de engenharia e utilidades (redes de água, energia, comunicações);

Informações cadastrais: são informações referentes à realidade física das parcelas territoriais; *Informações socioeconômicas*: dados estatísticos e censitários, por exemplo.

A demanda de atividades humanas e seus impactos sobre o meio ambiente são estabelecidos pela necessidade de dados quanto à ocupação da superfície da terra. Assim, deve ser estabelecido um sistema de cadastro que inclua todos os tipos de mapeamentos que representam as características ocupacionais do espaço físico, e avaliando as necessidades de demanda diante das atividades humanas, o desenvolvimento industrial, as facilidades ou dificuldades para a expansão da construção e a avaliação dos sistemas de transportes, visando ao desenvolvimento econômico do homem.

As informações fornecidas por técnicas do sensoriamento remoto que, de acordo com Park & Tateish (2000), citado por Bernady (2000), tem expressivo potencial para verificar e analisar a desempenho da infra-estrutura, da expansão da malha urbana, das áreas de proteção ambiental, propriedades de produção etc., contribuindo para seu monitoramento e atualização cadastral. Para Loch (1990), o monitoramento da paisagem só é possível com a existência de mapas de diversos temas, associados a um sistema de informações que possibilite a avaliação do uso da terra. A escala do mapeamento assim como a aquisição e atualização dos dados do CTM vão depender basicamente da resolução espacial das imagens fornecidas pelos diferentes sensores.

É importante para o gestor público conhecer as possibilidades e impossibilidades causadas por leis públicas de restrição ao uso da terra. Isso pode ser de grande importância durante o preparo, decisão, formulação e implementação de políticas públicas, especialmente com as considerações para o planejamento físico e desenvolvimentos de planos para a gestão territorial. A melhoria na qualidade de acesso às informações fará com que mais cidadãos informados sobre leis públicas de restrição do uso da terra, a acatem, e, caso contrário permite a identificação do descumprimento dessas leis.

As informações que o cadastro técnico multifinalitário proporciona integrado aos interesses da questão ambiental permitem fundamentalmente difundir a gestão territorial através do conhecimento das atividades antrópicas no território, podendo interagir na conservação do ambiente e buscando o desenvolvimento sustentável, não de forma excludente das comunidades.

A essência do controle ambiental é a influência do comportamento humano²⁰, segundo

20. Percebe-se, segundo Loch & Kirchner (1988), que na efetivação do CTM, *a cultura do homem e as características locais ou regionais têm papel fundamental na caracterização de um programa de gestão territorial a fim de atender as questões ambientais.*

Sewell (1978), para manter a qualidade ambiental. Desse modo, são desencorajadas as ações que diminuem a qualidade ambiental e fomentadas as ações que aumentam a qualidade ambiental. As atitudes positivas para a qualidade ambiental devem ser criadas, e a sociedade induzida e motivada a agir de acordo com essas atitudes, na resolução dos problemas.

A elaboração do mapeamento das unidades ambientais, anteriormente às etapas de avaliação, assume importante papel no conhecimento das condições ambientais que poderão servir de base para uma extensa variedade de projetos, tornando-se o produto final da conjugação de diferentes e múltiplas variáveis, e, ao mesmo tempo, mapa base para a realização de qualquer estudo no âmbito sócio-ambiental.

Para Figueiredo (1995, 1998), as informações cadastrais delimitam espacialmente as principais classes de uso e ocupação do solo e permite ainda caracterizar o seu impacto sobre a qualidade ambiental. Para a viabilidade da gestão pública, o uso dessas informações se torna imprescindível, pois definem a melhor política de desenvolvimento e planejamento, para priorizar ações otimizadas e racionalizar o emprego dos recursos disponíveis.

Dessa forma, torna-se difícil de implantar uma política de desenvolvimento sustentável de uma região, sem a disponibilidade de um cadastro, que sirva de base para a tomada de decisão, quanto ao planejamento e ocupação do espaço físico, objetivando a preservação ambiental e a exploração efetiva dos recursos naturais.

A gestão ambiental integra os componentes complexos da política²¹, do planejamento e gerenciamento ambiental. Para cada um desses componentes são fundamentais os levantamentos de informações necessárias, que consistem na realização de um inventário físico espacial, onde as características técnicas e metodológicas variarão de uma paisagem para outra, tendo em vista a estrutura sistêmica dos seus componentes.

O processo de conciliação das políticas públicas setoriais, necessário para racionalizar o uso dos recursos e a ocupação do espaço, constitui a essência da gestão do território, cujo resultado é o ordenamento territorial (BECKER & EGLER, 1997, SCHUBART, 1994). O ordenamento territorial é o resultado de um processo dinâmico de gestão do território, liderado pelo poder político, tanto pelo poder constituído, o governo, quanto o poder dos diversos setores

21. O inventário físico espacial inclui o diagnóstico das potencialidades, possibilidades, restrições, conflitos e problemas ambientais. Karnaukhova *et al* (1998): o monitoramento da paisagem que é gerado da análise de alguns inventários sucessivos, estes pode conduzir a ações e decisões tendo como base o prognóstico das tendências de mudanças (com base no monitoramento histórico) e as alternativas de intervenção para a administração dos conflitos entre os atores envolvidos).

sociais e grupos de interesse que integram o próprio governo, a iniciativa privada e a sociedade civil organizada.

A motivação para a tomada de decisão em questões que afetam a ocupação do espaço e o uso dos recursos naturais deriva de um processo de adaptação da sociedade na busca de meios para a sobrevivência, em face de um aumento da demanda, resultante do crescimento populacional, da distribuição desigual dos meios ou de mudanças nos padrões de consumo da sociedade.

A motivação para a decisão deriva ainda da busca de soluções para problemas ambientais induzidos pela atividade econômica, que põem em risco a manutenção dos processos produtivos e a qualidade de vida humana, neutralizando eventualmente os benefícios iniciais obtidos pelo desenvolvimento econômico. O território pode ser examinado e dividido pela ótica da sua vulnerabilidade natural, de suas potencialidades socioeconômicas, da legislação atual e mesmo do próprio poder político.

A gestão do território, por sua vez, atua na interseção de diferentes políticas setoriais numa mesma área, na busca socialmente negociada de uma distribuição ótima das atividades econômicas, da conservação do capital natural e da manutenção dos serviços dos ecossistemas, inclusive no que tange à estabilidade da produção de água em quantidade e qualidade (SCHUBART, 1994).

O planejamento enquanto conjunto de práticas que buscam definir diretrizes para o uso e ocupação de determinado espaço(s) e/ou recurso(s), não deve ser interpretado como gestão por não incorporar necessariamente o compromisso da proteção ambiental, conjugado à promoção do desenvolvimento. Alvarenga (1997) citando Diegues (1989), afirma que o planejamento pode receber o adjetivo de ambiental ao incorporar esse compromisso ao planejamento econômico-social, objetivando alcançar uma utilização mais adequada dos espaços, dos ecossistemas e conservação do patrimônio natural e cultural.

O zoneamento ambiental básico em escalas cartográficas adequadas cumpre a função de ordenamento físico territorial, ou seja, de localização das atividades. Isso contribui para o aprimoramento da gestão ambiental. Podem-se agregar os estudos de capacidade de suporte ambiental, com a função de avaliar e indicar a intensidade admissível dos usos dos recursos naturais pelas atividades previamente locadas por um zoneamento que corresponda à verdade geográfica e ambiental.

Conforme Filet (1995), para que o espaço geográfico tenha capacidade de oferecer suporte ao desempenho e à existência de seus componentes elementares, ou fator ambiental

constituente, é fundamental que possua um suporte às relações ambientais (interações entre diferentes ecossistemas) e suporte ao desempenho ambiental (a capacidade de regeneração dos ecossistemas). O conhecimento correto do meio ambiente e o estabelecimento de relações mais harmônicas com ele, são condições essenciais para assegurar às futuras gerações um ambiente propício à vida humana.

O uso de técnicas de cadastro técnico ambiental, sistema de informações geográficas e sensoriamento remoto são instrumentos imprescindíveis para um diagnóstico rápido e atualizado das principais informações de usos e ocupações do solo de uma determinada região, base para uma tomada de decisão e um planejamento efetivo²². A busca de soluções para um desenvolvimento com preservação ambiental precisa necessariamente do apoio da tecnologia de geoprocessamento, pois é através dela que a superfície terrestre é representada graficamente em modelos digitais, que permitem demarcar, monitorar e proteger os diferentes ecossistemas.

O levantamento de informação e sua disponibilização, é uma indicação para elaboração de medidas para o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental, proporcionando uma base segura para a tomada de decisões mais adequada, da qual o gestor poderá monitorar os resultados de suas ações, com maior clareza quanto à aplicação dos recursos disponíveis, com otimização e economia. O cadastro técnico ambiental compreende um conjunto de informações inerentes ao meio ambiente, compiladas na forma de mapas temáticos e atributos, com suas respectivas correspondências.

Observa-se, cada vez mais a importância de associação de técnicas e tecnologias, como: cadastros técnicos ambientais, apoio à tomada de decisão, SIG e geoprocessamento em estudos ambientais como ferramentas indispensáveis à sistematização da informação espacial do meio ambiente, tanto para o controle setorial de dados ambientais mais evidentes, quanto para uma política conservacionista global que procura compatibilizar desenvolvimento e conservação de recursos naturais.

Melo (1985), citado por Loch (1990), destaca que o cadastro polivalente ou multifinalitário constitui o instrumento mais ágil e completo para a parametrização dos modelos explorados de planejamento, se respaldados, quanto à estruturação e funcionalidade, em metodologias e procedimentos do campo das ciências, artes e técnicas cartográficas. A

22. Essas técnicas possibilitam quantificar e qualificar as principais classes de uso, como: floresta, capoeira, reflorestamento, campo nativo, culturas agrícolas, e áreas urbanas, e outras informações ambientais. As informações devem ser utilizadas por gestores que definirão a melhor política de desenvolvimento e planejamento para priorizar ações otimizadas e racionalizadas dos recursos disponíveis. A visualização do espaço geográfico permite perceber e detectar seus problemas e potencialidades.

metodologia de tomada de decisão se preocupa com a lógica para determinar uma escolha entre alternativas, e essas alternativas variam de problema a problema. O importante na tomada de decisão é a definição de objetivo muito bem claro e a estruturação da lógica.

A tecnologia do SIG permite a integração de metodologia de tomada de decisão, permitindo aos decisores modelar com ferramenta para gerar simulação de causa e efeito de um determinado comportamento em função de uma decisão. Um exemplo da atualidade, seria sobre o tema socioeconômico e suas relação com o meio ambiente. Estas são áreas em que os SIG estarão em crescente uso.

De acordo com Shelton (1969), o cadastro está intimamente ligado ao inventário dos recursos naturais (geologia, florestas, solos e outros), e o que difere o cadastro do inventário é a característica mais abrangente e/ou global do primeiro em relação ao levantamento dos recursos naturais. O monitoramento das características físicas de um local e/ou região é essencial para controlar a degradação e a devastação do espaço rural.

A legislação ambiental surgiu da necessidade de controlar as formas antrópicas de perturbação no meio ambiente, considerando-se que a degradação da base de recursos naturais ameaça significativa a qualidade de vida humana (SEIFFERT, 1996). O conhecimento da legislação é fundamental para o controle da ocupação físico-espacial; a legislação e a medição da realidade físico-espacial de uma determinada região são os subsídios básicos para preservação do meio ambiente.

A legislação do uso e ocupação da terra é baseada nos direitos que a circundam. Dale & Mclaughlin (1990), destacam que a terra está associada a uma variedade de direitos que regulamentam e ordenam a utilização da mesma, e o cadastro não pode ser considerado apenas como um banco de dados que pode ser transposto de uma localidade à outra. O CTM desempenha papel fundamental na análise ambiental, uma vez que, aperfeiçoa a parametrização de modelos explorados de planejamento, e garante fidelidade e precisão na obtenção de dados, sem desconsiderar aspectos físicos, sociais e políticos envolvidos na região avaliada (Renuncio, 1995).

Em relação ao planejamento, a visão que se tem atualmente engloba os valores ambientais envolvidos no sistema. O ordenamento do solo deveria, segundo Cavalheiro (1995), ser feito à luz de análise e diagnose da paisagem, na medida em que permite a noção da proporção ideal entre os espaços livres e os construídos suportados pelos sistemas em análise sistêmica das paisagens como base para o planejamento ambiental. Para Cavalcanti *et al.*, (1997), é necessário entender as regularidades da organização espacial dos sistemas ambientais

nos âmbitos local e regional, compreender funções ecológicas que servem de base para avaliar os impactos ambientais que podem servir de subsídios para normas de racionalidade na utilização dos sistemas ambientais.

Objetivando considerar critérios de suscetibilidade ou restrições do meio ambiente, o planejamento ambiental²³ deve levar em conta os seguintes aspectos, segundo Conti & Furlan (1995): a região é um conjunto interativo dos fatores socioculturais e naturais; adoção de enfoque holístico, no qual o ser humano integra o sistema ambiental, reconhecimento de uso múltiplo do território e reutilização como forma lógica de maximizar o aproveitamento dos recursos naturais, bem como a sociedade deve participar, intrinsecamente, do processo.

A questão das escalas espacial e temporal é importante para o planejamento ambiental. As escalas de tempo e espaço nem sempre são as mesmas e, portanto, a passagem da preponderância de um elemento paisagístico para outro anuncia uma descontinuidade no sentido evolutivo da paisagem. A unidade de paisagem, segundo Forman & Godron (1986), é caracterizada como ecossistema, ou seja, a estrutura física e as relações entre solo, água, nutrientes, energia, plantas e animais.

Sob visão sistêmica, os atributos ambientais devem ser estabelecidos e seus papéis avaliados dentro dos ecossistemas. Isto reforça o planejamento do uso do solo e sua capacidade de relacionar o nexos (causa-efeito) por meio da ligação entre planejamento e proteção ambiental.

Um complexo padrão de efeitos deve ser incorporado ao componente ecológico; sem perder a visão dos objetivos a alcançar, criando condições espaciais necessárias para melhorar a qualidade de vida. Por outro lado, Jurgens (1994) enfoca que a dimensão social, como forma de guiar o comportamento humano, deve ser incluída no processo juntamente com as dimensões físicas, biológicas e ecológicas.

O levantamento de informações ambientais que traduzem as características do meio biofísico e sociocultural constitui o quadro de situação de determinada região, sendo essa a primeira etapa da caracterização ambiental. Dessa forma, para se estabelecer a proteção de uma unidade de conservação, ou seja, mapeamento das áreas queimadas, dos focos de calor e quais os fatores que a influenciaram, devem-se, inicialmente, admitir fronteiras amplas para, a partir dessa situação, promover os ajustes necessários considerando os atributos ambientais, em vista da gestão territorial.

23. Lanna (1994) resume o planejamento ambiental como à harmonização da oferta e do uso dos recursos ambientais no espaço e no tempo.

As decisões para o desenvolvimento sustentável dependem do acesso a informações relevantes e dignas de confiança, e de uma grande extensão de informações que sejam geograficamente referenciadas. Dessa forma, o cadastro evolui para ampliar o conceito da administração territorial conduzindo-a a uma diversidade de assuntos (da propriedade da terra, a percepção global e também ao desenvolvimento sustentável). (ÖNSRUD, 2002).

O território é a base e a referência fixa da representação do espaço ao longo do tempo, demarcado através de limites, linha imaginária que só nos mapas se concretizam. A ação e o controle de uma determinada parcela do espaço garantem a demarcação do território, nas mais variadas escalas: desde a pequena propriedade rural aos grandes domínios das cidades mundiais.

O conceito de território implica, não apenas uma dimensão espacial, mas pressupõe a existência de relação do poder (RASFFESTIN, 1993). É, portanto, verdadeira, a premissa de que as relações de poder interferem na construção do território. Cumpre salientar que, nos primórdios das sociedades humanas, a gestão territorial se consolidaria em base simples, geralmente conduzida pelo chefe do clã; à medida que as sociedades foram evoluindo, o controle sobre o território foi se tornando mais complexo, mais conflituoso, sendo esse os processos que serão analisados.

A gestão do território é a dimensão espacial do processo de gestão, se vinculada ao território sobre o controle de um estado, grupo social, instituição ou empresa. Para Corrêa (1992; 1996), trata-se do conjunto de ações que têm como objetivo no plano imediato a criação e o controle da urbanização do espaço, ou seja "a criação e controle das formas espaciais, suas funções e distribuição espacial, assim como de determinados processos, como concentração e dispersão espaciais que conformam à organização do espaço em suas origens e dinâmicas".

A gestão do território constitui um poderoso meio para, através da organização do espaço, viabilizar a existência e a reprodução do conjunto da sociedade. De acordo com Corrêa (1992) é nas sociedades de classes que a gestão do território é um meio através do qual é viabilizada a criação e a manutenção de diferenças econômicas e sociais, pois se trata das diferenças espaciais.

2.5 Sistema de Informações Geográficas

2.5.1 Introdução

O Sistema de Informações Geográficas pode ser considerado como uma das mais revolucionárias áreas de pesquisa das últimas décadas, sendo capaz de provocar mudanças que

atingem toda a sociedade em seus diversos aspectos, incluindo todo o conhecimento científico. Neste contexto, não poderiam passar ao largo as ciências cujos problemas têm um caráter espacial, direto ou indireto, como a geografia, geologia, ecologia, oceanografia, economia, etc.

O geoprocessamento²⁴, tecnologia aplicada no SIG, pode ser definido como o conjunto de técnicas e metodologias que implicam na aquisição, arquivamento, processamento e representação de dados georeferenciados. Um dado georeferenciado²⁵ é aquele que possui coordenada geográfica, ou seja, latitude e longitude.

Para Star & Estes (1990), o termo GIS (Geographic Information System) ou seu sinônimo, sistema de informações geográficas aparece como sistemas de informações capazes de trabalhar com dados referenciados por coordenadas espaciais ou geográficas, tanto de forma manual como automatizada.

Segundo Ramirez (1994), o termo sistema de geoprocessamento engloba todos os sistemas computacionais capazes de processar dados georeferenciados, tais como os sistemas de cartografia automatizada (CAC), sistemas de processamento de imagens, sistemas de gerenciamento de redes de infra-estrutura, sistemas de apoio a projeto (CAD) e, principalmente os SIG's.

2.5.2. Conceitos Básicos

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG's) caracteriza os sistemas projetados para coletar, armazenar, analisar, manipular e exibir dados georreferenciados, ou seja, dados cujo potencial de informação esteja associado a sua localização geográfica inerente (ARONOFF, 1995; BURROUGH, 1986; CÂMARA, 1996). As várias formas de se pensar um SIG podem ser sintetizadas e apresentadas por três perspectivas distintas que se sobrepõem: a produção de mapas, o banco de dados e a análise espacial (MAGUIRE *et al.*, 1992).

Segundo Maguire *et al.*, (1992) a maioria das definições e correntes tem em comum o

24. Outra confusão que se faz é quanto à definição de SIG e Geoprocessamento. O geoprocessamento, de acordo com Teixeira & Christofletti (1997), é a tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos mais comumente chamados de sistemas de informações geográficas. No Brasil, o termo equivalente para *Geomatics* seria *Geoprocessamento*, que é uma área de conhecimento que envolve diversas disciplinas como, por exemplo, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Geodésia, Fotogrametria, Geologia e Ciência da Computação.

25. Quatro aspectos caracterizam um dado georreferenciado: a) A descrição da entidade geográfica que cada dado representa; b) A localização geográfica da entidade que o dado representa; c) O relacionamento entre a entidade geográfica com outras entidades representadas no sistema e; d) O momento ou intervalo de tempo em que a entidade geográfica existe ou é válida.

fato do SIG ser um sistema que lida com informações geográficas. A realidade é representada por uma série de feições que são definidas de acordo com dois elementos básicos: o geográfico e o atributo. O elemento geográfico é mais importante que o atributo e este é um dos fatores que diferenciam o SIG dos demais sistemas de informações.

Segundo Cowen (1988), existem quatro abordagens distintas para se definir um SIG: a abordagem orientada a processos, a abordagem da aplicação, a abordagem toolbox (caixa de ferramentas), e a abordagem de banco de dados. A abordagem orientada a processos baseia-se na idéia de que um SIG é constituído de diversos subsistemas integrados, que incluem procedimentos de entrada, armazenamento e recuperação de informações geográficas.

A abordagem da aplicação caracteriza o SIG de acordo com o tipo de informação utilizada (p.ex: gerenciamento de recursos naturais, planejamento urbano). A abordagem toolbox vem da idéia de que um SIG incorpora um sofisticado conjunto de procedimentos e algoritmos, baseados em computador, para manipular dados espaciais (p.ex: produção automática de mapas). Por último, a abordagem de banco de dados define um SIG como um banco de dados não-convencional que permite o armazenamento e a recuperação de informações geográficas.

O SIG pode ser postulado como um conjunto de métodos, ferramentas, e atividades que atuam de forma coordenada e sistemática para processar informação, tanto gráfica quanto descritiva, dos elementos considerados, com a finalidade de satisfazer diversos propósitos entre os quais as questões ambientais. Segundo Smits & Antoni, (2000), citado por Bernardy (2000), os sistemas de informações geográficas são amplamente utilizadas, para a tomada decisão das questões relacionadas aos fenômenos de expansão urbana e análise de questões ambientais.

Os SIG's²⁶ vêm apresentando uma expansão na sua utilização em áreas mais diversas como: análise e monitoramento ambiental, planejamento urbano e regional, estudo de recursos terrestres, transporte, e energia (ALVES, 1990), monitoramento de queimadas e de desmatamento (FERREIRA, 2004). Os SIG's representam, hoje, a mais moderna ferramenta de auxílio ao planejamento do espaço físico.

Uma vez que entre suas principais características encontra-se a de simular e inter-relacionar eventos espacialmente referenciáveis, essa ferramenta permite a projeção de cenários

26. Existem diversos tipos de sistemas que manipulam dados espaciais, como os sistemas de cartografia automatizada e os sistemas de CAD (Projeto Auxiliado por Computador). Os SIG's se diferenciam desses sistemas por dois motivos principais. Primeiro, por sua capacidade de representar os relacionamentos espaciais (ou topológicos) entre as entidades geográficas. Segundo, por permitir a realização de complexas operações de análise espacial com os dados geográficos. Passos geral de um trabalho em geoprocessamento: a) digitalização das informações; b) extração das informações necessárias dos mapas originais; e c) cruzamento dos mapas derivados para chegar ao resultado final na forma de mapa.

para efeito de planejamento, bem como a modelagem de funções de correlação e a interação de dados de monitoramento, para efeitos de controle e supervisão.

Tradicionalmente, os SIG's têm sido utilizados por uma gama de instituições públicas (municipais, estaduais e federais) e privadas, em diversas áreas de aplicação, tais como: a ocupação humana, cadastro territorial urbano roteamento de veículos, uso da terra - gerenciamento de bacias hidrográficas, levantamento topográfico, uso de recursos naturais - gerenciamento costeiro e marítimo, meio ambiente - controle de emissão de efluentes, controle de queimadas, atividades econômicas - distribuição de produtos e serviços.

Ao mesmo tempo, o surgimento de equipamentos capazes de armazenar e processar grandes quantidades de dados, assim como o desenvolvimento dos bancos de dados gráficos, alfanuméricos ou mistos tem induzido os SIG's a ocuparem lugar de destaque junto a entidades que utilizam informações relacionadas com caráter territorial. (MELERO, 1991).

As utilizações de SIG's pressupõem e induzem o intercâmbio de dados digitais produzidos e usados por instituições diferentes. Esse intercâmbio reduz o custo de criação de bases de informações georreferenciadas digitais e favorece a padronização e a disseminação de base de dados (ALVES & ALMEIDA, 1993).

Os SIG's têm por objetivo a manipulação de dados georeferenciados como imagens de sensoriamento remoto, cadastros, mapas e outros (Silva, 2003). Segundo Coulson *et al.*, (1987), o SIG é uma das principais tecnologias disponíveis para estudos ecológicos e de manejo do ambiente. São softwares desenvolvidos para solucionar problemas de manipulação e apresentação de dados geocodificados, principalmente onde está envolvido um grande volume de informações (CARVALHO *et al.*, 1993).

Tipicamente tais sistemas suportam atividades de gerenciamento, manutenção, operação, análise e planejamento. Em conseqüência, podem-se estudar outros aspectos mais complexos como os de vizinhança e contigüidade envolvendo áreas extensas. Pode-se, ainda, retratar a interação e evolução de um fenômeno, inclusive sua dimensão temporal.

Através da integração de dados dos muitos órgãos envolvidos na tomada de decisão ou avaliação de implantação de projetos seriam acelerados os entendimentos multidisciplinares na prática dos projetos. Assim, estaria estabelecida uma etapa nova de gestão, que prioriza o uso em comum de tais dados, muitos deles hoje dispostos isoladamente. O SIG é uma ferramenta fundamental para o passo seguinte, ou seja, a síntese de tais informações, objetivando a elaboração mais adequada de determinada ação em curso.

Segundo Worrall (1990), o principal subsídio do SIG está na sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento de uma maior responsabilidade política e maior eficiência no planejamento urbano, rural e regional. Os SIG's têm a capacidade de combinar e analisar diversos dados provenientes de imagens digitais de satélite, mapas topográficos, mapas geológicos, sistemas viários, etc. esses dados combinados fornecem importantes subsídios para atividades como análise ambiental, projetos agropecuários, planejamento rural e urbano, monitoramento de recursos naturais e outros. (MENEZES *et. al.*, 1991).

2.5.3 Componentes Básicos do SIG

Os SIG's²⁷ têm evoluído através de três vastas áreas de aplicação: como base de dados de informações (sendo um meio para ordenar e acessar dados geográficos), como ferramenta de análise (através da relação lógica e matemática entre planos de informações); e atualmente verifica-se um terceiro estágio, como um sistema de suporte à decisão (EASTMAN *et. al.*, 1995).

Burrough (1986), considera que os SIG's possuem três componentes importantes: hardware, software de aplicações modulares e um contexto organizacional apropriado. Já Maguire *et al.*, (1992), definem quatro componentes básicos: hardware, software, dados e recursos humanos, que operam dentro de um contexto institucional.

O hardware pode ser qualquer tipo de plataforma computacional, como por exemplo, os computadores pessoais, os minicomputadores, as estações de trabalho e computadores de grande porte (mainframes). Além desses, podem ser incluídos nessa categoria os periféricos, como as mesas digitalizadoras, plotters e dispositivos de armazenagem de dados em massa como os discos óticos, gravadores de CDs e unidades de fitas magnéticas, etc. Apesar de existirem variações na organização e capacidade dos softwares de SIG, três modelos básicos se destacam: os de processamento de arquivos, os híbridos e os de arquitetura estendida (ARONOFF, 1995).

Nos modelos de processamento de arquivos, cada conjunto de dado e função é armazenado em arquivos separados, que são unidos durante as operações analíticas. Exemplo desse tipo de sistema é o IDRISI (EASTMAN 1987). Nos sistemas híbridos, os atributos são

27. O SIG, como produto sendo utilizado pelo usuário, apresenta normalmente dois componentes principais: a) O software básico: que é o conjunto de programas e produtos que normalmente fazem parte do produto comercial; b) Aplicativos: são programas específicos que utilizam as ferramentas disponíveis no software básico, capazes de atender às necessidades de manipulação de dados por parte do usuário. As aplicações são normalmente um produto à parte do software básico e seu desenvolvimento necessita investimentos elevados.

armazenados num sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) convencional, e um software separado é utilizado no processamento dos dados geográficos.

O ARC/INFO é um exemplo de sistema híbrido (MOREHOUSE, 1989). No terceiro tipo os dados geográficos e atributos são armazenados em um SGBD cuja operação é estendida para fornecer funções geográficas analíticas apropriadas. O exemplo mais comum de arquitetura estendida é o SYSTEM 9 (INGRAM & PHILLIPS, 1987).

O quarto e mais importante componente são os recursos humanos, isto é, as pessoas responsáveis pela modelagem, implementação e uso de um SIG. Sem pessoal qualificado e comprometido com um projeto, nada será realizado. Esse aspecto é muitas vezes subestimado por profissionais com uma visão meramente tecnológica da questão.

2.5.4 Os Elementos do SIG

Star & Estes (1990) consideram cinco os elementos essenciais de um SIG: aquisição de dados, pré-processamento, gerenciamento da manipulação e análises e geração de produtos. Para qualquer tipo de aplicação é muito importante visualizar esses elementos como um processo contínuo.

2.5.5 A Natureza dos Dados

Star & Estes (1990), bem como Burrough (1995), consideram que os dados geográficos²⁸ podem ser representados basicamente por suas dimensões espaciais em três categorias²⁹ diferentes: ponto, linha ou polígono. O objeto espacial representa, em um SIG, o aspecto espacial do objeto geográfico e pode ser descrito por duas características: a geometria que define a forma do objeto e d suas derivações/combinações, e o referenciamento espacial, que é definido pelo

28. Na aquisição de dados para qualquer tipo de aplicação é muito importante visualizar esses elementos como um processo contínuo. a) **Aquisição de dados** – é o processo de identificação e coleta dos dados necessários para uma determinada aplicação. É preciso estimar de forma precisa os custos envolvidos nesse processo, tanto em termos financeiros como de tempo. Outro fator importante é a precisão e acuracia espacial dos dados coletados que podem afetar de forma significativa o resultado final do trabalho. b) **Pré-processamento** - envolve a manipulação dos dados antes deles serem introduzidos num SIG. As principais tarefas são: a correção de erros, a identificação dos alvos a serem estudados e a conversão dos dados para um sistema único de coordenadas. c) **Gerenciamento dos dados** – é o processo de criação do banco de dados propriamente dito e o ato de dar acesso aos usuários. Essa etapa fornece um método consistente para a entrada, atualização, supressão e a recuperação dos dados. d) **Manipulação e análises** – é a parte do processo em que os operadores trabalham com o conteúdo da base de dados para criar informações novas. Quando se fala em geoprocessamento, o enfoque é dado aos componentes de manipulação e análises de um SIG. f) **Geração de produtos** – é onde os produtos finais de um SIG são criados. Dentre eles, podem ser citados; os relatórios estatísticos, mapas e gráficos de todos os tipos.

estabelecimento de um sistema de coordenadas, associado ao objeto.

Para ter capacidade de responder determinados questionamentos, um SIG deve compreender duas características básicas: a) Possuir um banco de dados georeferenciados que permita consulta, análise e combinação de informações armazenadas; b) Permitir a visualização de dados na forma de mapas e gráficos através de sobreposição. Todos os dados que podem ser mapeados apresentam características³⁰ locais e não locais denominados atributos.

Esses atributos podem ser de ordem qualitativa (p.ex. o uso do solo em certa localidade) ou quantitativa (p.ex. o valor da elevação nesta localidade). Ao mesmo tempo, os atributos nessa localidade podem ser monitorados através do tempo. Os aspectos localidade, atributo e tempo representam a maior parte dos componentes dos SIG's (JENSEN, 1986).

Aos objetos gráficos podem ser associados aos atributos gráficos. Como atributo gráfico podem-se citar tipo, espessura e cor de linha de contorno do objeto, estilo e cor de preenchimento do objetivo, etc. Os atributos gráficos são informações sobre as características descritivas do evento que o elemento gráfico está representando.

Por exemplo, a um objeto gráfico que representa uma fazenda podem estar associados: a quantidade de gado, o nome do proprietário, a renda anual bruta, os tipos de culturas mais recomendadas, a data de regularização, etc. (FELGUEIRAS & AMARAL, 1993).

2.5.6 A Estrutura dos Dados

De acordo com Borrough (1986), e Aronoff (1995), existem duas formas fundamentais para se representar dados topológicos³¹ em computadores: **Raster**: é um conjunto de células

29. As três classes listadas são descritas e representadas de acordo com um tipo de objeto espacial apropriado: a) **Ponto** - são aqueles que não possuem dimensões significativas, de acordo com a escala cartográfica em uso. Estabelece associações adimensionais, cuja propriedade espacial mais significativa é sua localização no espaço. Entidades geográficas, como pontos de captação de água, pontos de lançamento de efluentes líquidos e hidrantes, são representadas, pontualmente, em mapas. b) **Linhas** - possuem distribuição linear, ou seja, são associações unidimensionais, formadas por pares de coordenadas de localização (X e Y), utilizadas para representar elementos onde há localizações, forma linear e conectividade. são relevantes no modelo. c) **Polígonos** - representam uma área do espaço delimitada por uma zona limítrofe, composta de segmentos de linhas. Uma vez que os segmentos de linhas são delimitados por pares de pontos, um polígono é, em última instância, armazenado como uma lista de pontos (cada um com valores de coordenadas X e Y), sendo o último ponto idêntico ao primeiro. Para **Burrough (1986)**, a variação dos valores da elevação sobre uma área pode ser modelada de diversas maneiras. Modelos de elevação digital ou modelos numéricos de terreno (MNT) podem ser representados tanto por superfícies definidas matematicamente (ex.: Séries de Fourier), ou através de pontos ou linhas. Projeções tridimensionais de superfícies contínuas podem ser usadas para permitir uma melhor visualização do relevo da área observada.

30. A localização de feições geográficas na superfície terrestre é registrada através de um Sistema de Coordenada Padrão, como por exemplo, a Universal Transversa de Mercator (UTM). Os dados utilizados na análise espacial precisam estar referenciados a um sistema comum de coordenadas. Caso não estejam, é possível transformá-los matematicamente para um sistema único.

localizadas por coordenadas, normalmente conhecidas como “pixels”, sendo que cada pixel é referenciado por um número de linha e coluna, e contém um número que representa o tipo ou valor do atributo que está sendo mapeado; e o **Vector**: que é a representação vetorial utilizando as três principais entidades gráficas - ponto, linha e áreas. No modelo vetorial as feições são representadas por pontos ou linhas que definem seus limites. A posição de cada objeto é definida pela sua colocação no mapa, que é organizado por um sistema de coordenadas de referência. Cada posição tem um conjunto de coordenadas único.

2.5.7 Aplicações

Segundo Ab'saber & Plantenberg (1994), prever os impactos de um projeto é uma operação essencialmente multidisciplinar. Essa preocupação demonstra o nível de esclarecimento que a sociedade atingiu em relação à capacidade de antecipar situações da organização de seu território. É também uma ótima oportunidade para avaliar a potencialidade da legislação vigente e a sua aplicabilidade em casos concretos.

O estabelecimento de um cenário de possíveis conseqüências depende de uma revisão minuciosa de todos os campos de interferências que possam existir com o meio ambiente físico, ecológico e social. Acima de tudo, está em jogo uma avaliação de sua viabilidade econômica e técnica, cruzada com sua viabilidade ambiental (AB'SABER & PLANTENBERG, 1994).

Dentre as aplicações práticas de um SIG³², podem ser citadas, entre outras, o manejo de recursos naturais, cadastramento rural e urbano, planejamento urbano, rural e regional, monitoramento ambiental e manejo do uso do fogo e de focos de calor. As aplicações são diversas, tais como, a localização de fatores coincidentes, áreas com certa combinação de tipo de solo e vegetação ou áreas em uma cidade com alta taxa de criminalidade e baixo nível de renda.

Com respeito a medidas de prevenção e controle do uso do fogo em áreas rurais, existem inúmeros exemplos práticos na literatura sobre trabalhos realizados em diversos países onde o uso do SIG é uma constante cotidiana. A seguir, é apresentada uma relação das diversas áreas de aplicação, divididas em cinco grupos principais, segundo Ramirez (1994).

31. A topologia é o método matemático utilizado pelos sistemas de informações geográficas para definir as relações espaciais entre entidades geográficas (ARONOFF, 1995).

32. Para uma discussão mais detalhada sobre aplicações de um SIG ver Sano, E.E.; Assad, E.D.; Orioli, A.L. (1998.) Lombardi, R.J.R.; (2001). Salas, J.; Chuvieco, E. (1994) Figueiredo, L.F.G. (1998). Chuvieco, E.; Martin, P. M.; Ventura, G. (2002), entre outros.

A saber:

- **Ocupação Humana** - redes de infra-estrutura, planejamento e supervisão de limpeza urbana, cadastramento territorial urbano, mapeamento eleitoral, rede hospitalar, rede de ensino, controle epidemiológico, roteamento de veículos, sistema de informações. Turísticas, controle de tráfego aéreo, sistemas de cartografia náutica e serviços de atendimentos emergenciais.
- **Uso da Terra** - planejamento agropecuário, estocagem e escoamento da produção agrícola, classificação de solos, gerenciamento de bacias hidrográficas, planejamento de barragens, cadastramento de propriedades rurais, levantamento topográfico e planimétrico e mapeamento do uso da terra
- **Uso de Recursos Naturais** - controle do extrativismo vegetal e mineral, classificação de poços petrolíferos, planejamento de gasodutos e oleodutos distribuição de energia elétrica, identificação de mananciais e gerenciamento costeiro e marítimo.
- **Meio Ambiente** - controle de queimadas, estudos de modificações climáticas, acompanhamento de emissão e ação de poluentes e gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento.
- **Atividades Econômicas** - planejamento de *marketing*, pesquisas socioeconômicas, distribuição de produtos e serviços e transporte de matéria prima.

Nas pesquisas ambientais multitemáticas, os produtos temáticos gerados são múltiplos, com características analíticas e outros de sínteses, sob uma orientação multi e interdisciplinar. Em um primeiro momento são gerados produtos temáticos analíticos que tratam de forma setorizada os temas da natureza (climatologia, vegetação, geomorfologia, pedologia, hidrografia, infra-estrutura viária, focos de calor, etc.) e do socioeconômico (demografia, assentamentos humanos, etc.). Esses produtos são integrados de modo a atender aos objetivos (ROSS, 1995).

2.6 Sensoriamento Remoto

2.6.1 Introdução

O principal objetivo do Sensoriamento Remoto (SR) é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão sinóptica (panorâmica) proporcional pela aquisição aérea ou espacial da informação, seja pela possibilidade de serem obtidas informações em regiões do espectro eletromagnético inacessíveis à visão humana. Identificação e distribuição dos objetos ou materiais são feitas pelas suas diversas características espectrais expressas nas várias bandas de um sensor.

Por sua vez, quanto maior for o número de imagens e bandas que a complementem, maior será o volume de dados, tornando-se necessário o uso de técnicas automáticas de análise, que, pela versatilidade própria dos computadores, introduzem múltiplas formas de abordagem de dados. Essas técnicas permitem que os sistemas sensores multiespectrais sejam idealizados para atender a uma multidisciplinaridade de aplicações.

2.6.2 Conceitos

A área de sensoriamento remoto trata dos aspectos ligados à captura, armazenamento, análise e interpretação de dados obtidos através de sensores remotos. Por ser uma área intimamente relacionada com a área do SIG, essa seção descreve alguns fundamentos que permitem uma melhor visão dos mecanismos de obtenção de dados para as aplicações geográficas.

De acordo com Novo (1998), o sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

Conforme Lillesand & Kiefer (1994), o sensoriamento remoto é a ciência e arte de obter e comunicar informações em torno de um objeto, área ou fenômeno, através da análise dos dados obtidos por um sensor que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno pesquisado. De acordo com Murni *et. al.*, (2000), a técnica do SR permite a confrontação das mudanças temporais das feições na superfície da Terra, em períodos pretéritos e/ou estimar o

comportamento futuro das mesmas, isto é, prognósticos cuja precisão depende em forma direta do número de informações e épocas analisadas.

2.6.3 Princípios Básicos

O Sensoriamento Remoto (SR) tem sido usado no mapeamento das feições da superfície da Terra em áreas urbanas e rurais, devido à disponibilidade de imagens multiespectrais em forma digital e o avanço no processamento e análise. Varias técnicas de detecção têm sido desenvolvidas, estando inclusa diferenciação de imagens, regressão de imagens, índice de vegetação, etc...O levantamento do uso da ocupação da terra numa dada região tornou-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço.

Entretanto, as medidas para o planejamento do uso da terra têm sido, até recentemente, baseadas em informações fragmentadas sobre os efeitos do uso do solo no ambiente. Isto ocorria pela não existência de registro seguro sobre as condições de uso da terra, não se podendo avaliar as alterações que são provocadas pelo homem.

A utilização de dados atualizados de uso e revestimento da terra é muito ampla, podendo-se citar, por exemplo: inventário de recursos hídricos, controle de inundações, identificação de áreas com processos erosivos avançados, da ocupação urbana, avaliação de impactos ambientais, formulação de políticas econômicas, etc. No entanto, não existe classificação de revestimento e uso da ocupação da terra que seja única e ideal. Cada classificação é feita de forma a atender as necessidades do usuário, adaptadas à região.

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças, tornou-se ferramenta importantíssima para legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto, o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra.

33. A radiação eletromagnética ao interagir com os alvos da superfície terrestre pode ser absorvida, refletida, transmitida e emitida (por eles) seletivamente. As proporções de cada uma dessas componentes da interação dependem dos fatores ambientais e os inerentes a cada alvo. Por exemplo, a quantidade de energia refletida por uma planta tem função de características intrínsecas mas pode ser alterada se a planta for submetida a estresses, tais como: desequilíbrio nutricional, déficit hídrico, ataque de pragas e doenças, efeitos climáticos adversos, etc. (MENEZES *et al.*, 2001).

No sensor remoto a reflexão ou emissão de radiação eletromagnética, a partir do alvo, é detectada com um dispositivo, e as características do objeto são identificadas, medidas ou analisadas baseadas nas diferentes assinaturas espectrais da radiação detectada.

Esta técnica de detectar a radiação eletromagnética refletiva a partir do objeto é chamado de sensor remoto. O SR pode utilizar um amplo alcance de comprimentos de onda cobrindo o visível³³, o próximo-infravermelho e microondas alcançadas com vários tipos de sensores remotos. A utilização de diferentes alcances de comprimentos de onda possibilita monitorar vários tipos de parâmetros ambientais e pelo seu comportamento espectral.³⁴

O processo de obtenção de dados através do sensoriamento remoto utiliza sensores³⁵ para obtê-los de forma remota, que podem ser analisados para gerar informações sobre as áreas observadas. Existem diversas formas de captura de dados através de sensores remotos como, por exemplo, através da distribuição de ondas acústicas. Porém, no contexto de SIG, apenas as técnicas empregadas pelos sensores de energia eletromagnética são importantes.

Segundo Amaral (1990), os materiais apresentam comportamentos distintos ao longo do espectro eletromagnético³⁶ para diferentes atributos (emissividade, refletância, absortância, transmissividade, luminescência, etc). Dessa forma, sensores operando em diferentes intervalos espectrais (sensores multi-espectrais) são capazes de discriminar determinados objetos ou fenômenos sobre/sob a superfície terrestre

Estes sensores normalmente são operados a partir de veículos aeroespaciais. Os materiais que estão sobre a superfície terrestre refletem a energia eletromagnética proveniente de fontes naturais (p.ex: sol) ou de fontes artificiais (p.ex: lâmpadas), que é captada por dispositivos sensores. Os sensores eletromagnéticos podem ser divididos em dois grandes grupos: *passivos* e *ativos*. Sensores passivos medem a energia existente no ambiente, sensores ativos geram sua própria fonte de energia.

34. Existem ainda, as condições do meio ambiente, responsáveis pela atenuação da energia, durante o percurso da radiação do alvo até o local onde é quantificada. Conhecendo o comportamento espectral da radiação refletida e/ou emitida de diferentes alvos da superfície terrestre, é possível identificar alvos semelhantes, em outros locais, com base apenas nas semelhanças do comportamento espectral. Por outro lado, se um determinado alvo tem um comportamento espectral conhecido, qualquer anomalia que ocorrer nesse alvo é manifestada na quantidade de energia refletida ou emitida por ele. Logo, é de se pensar que a quantificação e análise da energia refletida e/ou emitida pelos alvos pode ser utilizada como um parâmetro identificador de cada tipo de alvo da superfície terrestre.

35. Para o sensor passivo o exemplo mais comum é a fotografia. Câmeras fotográficas captam e registram a reflexão da luz solar a partir dos materiais fotografados. Existem sensores passivos que captam outros tipos de energia, como os sensores de microondas. No caso do sensor ativo é a câmera fotográfica é acoplada a um *flash*, porém, em aplicações ambientais, o melhor exemplo é o radar. O sistema de radar emite energia na região de microondas do espectro eletromagnético e capta a energia refletida pelos materiais que estão sobre a superfície terrestre (EASTMAM, 1995).

2.6.4 Características de Imagens de Sensoriamento Remoto

As imagens de satélite tiveram impulso a partir da década de 1970, com os primeiros experimentos espaciais, o que motivou o desenvolvimento de vários sensores objetivando maiores informações sobre a superfície terrestre. É necessário procurar relacionar e integrar os resultados dos diferentes tipos de sensores³⁷, a fim de se obterem resultados globais de forma eficiente e econômica. As imagens de satélite não superam as fotografias aéreas convencionais no que diz respeito à resolução espacial no momento, considerando sua dimensão ainda não sendo melhor que poucos metros.

Uma das vantagens é o que diz respeito às possibilidades das imagens de satélite e que a disponibilidade de muitas janelas espectrais obtidas para o mesmo setor imageado é comum, fato que não ocorre com os sensores remotos como a fotografia aérea. Várias plataformas possuem sensores que operam em diversas faixas do espectro eletromagnético, produzindo, ou não, uma imagem de uma determinada região, em um certo instante de tempo (DUTRA *et al.*, 1993), portanto, imagens de sensoriamento remoto são representações instantâneas da superfície terrestre.

As imagens de Sensoriamento Remoto³⁸ são constituídas por um arranjo de elementos sob a forma de uma malha, "grid" ou matriz. Cada elemento (cela) dessa matriz tem sua localização definida com um sistema de coordenadas do tipo "coluna e linha", representada por "x" e "y",

36. O espectro eletromagnético é muito amplo e nem todos os comprimentos de onda são adequados para fins de sensoriamento remoto. Por exemplo, os intervalos de comprimento de ondas verde, vermelho (visíveis) e também o infravermelho apresentam baixa interferência atmosférica, possibilitando uma boa oportunidade para medir as interações com a superfície terrestre. A maioria das imagens produzidas via sensoriamento remoto para aplicações relacionadas com SIG são obtidas nesses intervalos.

37. Sensores são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa do espectro eletromagnético, e gerar informações que possam ser transformadas num produto passível de interpretação quer seja na forma de imagem, na forma gráfica ou de tabelas. Um sistema sensor é constituído basicamente por um coletor, que pode ser um conjunto de lente, espelho ou antena, e um sistema de registro (detector) que pode ser um filme ou outros dispositivos e um processador. Os sistemas sensores podem ser classificados quanto: à *fonte de radiação*, ao *princípio de funcionamento* e ao *tipo de produto*. Nessa categoria de sensores temos o SPECTRON-SE 590, o Mapeador Temático (TM) do Landsat, o Haut Resolution Visible (HRV) do SPOT, etc.

38. As imagens dos sensores remotos em estado brutas não têm precisão cartográfica porque estão sujeitas a uma série de distorções geométricas e, portanto, não podem ser utilizadas como mapas (LILLESAND & KIEFER, 1994). A rotação da Terra durante o tempo de imageamento, as variações na altitude e velocidade do satélite e o campo de visada grande de alguns sensores são os principais fatores responsáveis pelas distorções geométricas (MENESES *et al.*, 2001). Para atingir a precisão desejada é preciso que as imagens sejam corrigidas de acordo com um sistema conhecido de coordenadas. Esse processo de transformações da imagem é chamado de correção geométrica. A relação entre dois sistemas de coordenadas (mapa e imagem) pode ser calculada através da definição de pontos de controle de campo comuns no mapa e na imagem, através de um sistema de processamento digital de imagens (CROSTA, 1992).

respectivamente. O nome dado a esses elementos é "pixel", derivado do inglês. "picture element". Para um mesmo sensor remoto, cada pixel corresponde sempre a uma área com as mesmas dimensões na superfície da Terra.

Para um mesmo sensor, cada pixel representa uma área com as mesmas dimensões na superfície da Terra (CRÓSTA, 1992). No caso das imagens multiespectrais, a representação digital é mais complexa, pois, para cada coordenada (x, y), haverá um conjunto de valores de nível de cinza.

Entende-se por imagem multiespectral o conjunto de várias imagens adquiridas simultaneamente sobre a mesma região, onde cada imagem corresponderá a um intervalo no espectro eletromagnético, chamado banda espectral. O valor de cada ponto (pixel) de imagem é proporcional à refletância do elemento na superfície, para cada banda espectral.

Os sistemas sensores de não-varredura registram a radiação refletida de uma área da superfície da Terra em sua totalidade num mesmo instante. Por essa razão, são também conhecidos por sensores de quadro ("freming systems"). Os dados de radiação coletados por esses sensores podem ser expressos em duas formas: imagem e não imagem (gráfica ou numérica).

Nessa categoria temos os sistemas fotográficos (formam imagem) e os radiômetros (não formam imagem). Por outro lado, nos sistemas sensores de varredura (scanning systems), a imagem da cena é formada pela aquisição seqüencial de "imagens elementares do terreno" ou "elemento de resolução", também chamado de "pixel" (NOVO 1992).

Na literatura podem ser encontradas outras maneiras de classificar os sistemas sensores. Entretanto, todas elas têm como base a fonte de radiação e o produto gerado. Por exemplo, Novo (1992) adota a classificação dos sistemas sensores em duas categorias: imageadores e não-imageadores, levando-se em conta a fonte de radiação (passivos e ativos).

Na categoria dos sistemas não-imageadores incluem-se os radiômetros, e na categoria de imageadores os sistemas fotográficos, sensores de varredura eletro-óptico-mecânicos, radares de visada lateral, etc. Dentre os satélites de coleta de dados dos recursos naturais, destaca-se o Landsat, com os sensores MSS - "Multispectral Scanner Subsystem" - e TM - "Thematic Mapper" -; o SPOT, com o sensor HRV - "High Resolution Visible" -; o NOAA, com o sensor AVHRR, GOES, Terra e Aqua.

2.6.5 Domínios do Sensoriamento Remoto

Um dos métodos pioneiros de sensoriamento remoto é a obtenção de fotografias aéreas tiradas de aviões transportando câmaras fotográficas especialmente instaladas para este fim; fotografias aéreas podem ser utilizadas de duas formas: como imagens de fundo, sobre as quais são apresentadas outras informações, ou como fonte de dados, auxiliando a entrada de dados via digitalização.

Outro método de sensoriamento remoto, de grande importância no processo de captura de dados para o SIG, é a obtenção de imagens digitais a partir de sensores transportados por satélites colocados em órbitas terrestres. Segundo Câmara (1996), existem diversas propriedades básicas para um sensor eletromagnético. Os *sistemas de processamento de imagens* são softwares desenvolvidos para resolver problemas específicos de tratamento de imagens obtidas remotamente, sendo que alguns SIG's possuem módulos acoplados que permitem ao usuário realizar um conjunto, normalmente limitado, de operações envolvendo imagens de satélite.

O SR é uma ferramenta de observação para identificar, medir e analisar as características de objetos sem contato direto com o alvo. O SR utiliza radiação eletromagnética como forma de medir, e é baseado no princípio: toda matéria reflete, absorve e emite radiações eletromagnéticas, chamadas de assinatura espectral.

Mas para Loch (1993), SR é uma captação à distância de registros, dados e das informações das características da superfície terrestre sem o contacto direto. De modo que o SR é o conjunto de atividades cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvo natural, através da detecção, registro de fluxo de energia radiante, refletivo ou emitido pelos mesmos.

2.6.6 Aplicações

Para Novo (1998), as principais vantagens que justificam os programas de sensoriamento remoto orbital são as seguintes: estímulo às pesquisas multidisciplinares, informações de áreas de difícil acesso, universalização dos dados e das técnicas de tratamento e análise de dados digitais, facilidade do recobrimento de grandes áreas (visão sinóptica), cobertura repetitiva com mesma hora local, grande quantidade de dados pontuais sobre uma mesma área, transferência de dados Satélite/Terra em tempo real, e o aspecto multiespectral, isto é, a capacidade dos sistemas

sensores gerarem produtos em diferentes faixas espectrais, tornando possível o estudo e análise de diferentes elementos, identificados em determinadas faixas do espectro.

As técnicas do SR são amplamente utilizadas nos estudos dos processos dinâmicos, incluindo os prognósticos de risco de incêndios florestais (CHUVIECO & CONGALTON 1989; FERRAZ & VETTORAZZI, 1997, 1998, FERREIRA, 2004). Apresentam vantagens relacionadas à visão panorâmica da área de estudo, obtenção de dados multiespectrais, possibilidade de análise automática e integrada da área de interesse aliado à obtenção de imagens periódicas.

Os dados gerados pelos diversos sensores remotos, sobretudo os orbitais (a bordo de satélites), têm servido como base para o desenvolvimento e realização de projetos associados às atividades humanas, no mundo inteiro e em diversas escalas, bem como auxiliado no diagnóstico sobre as implicações ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais desses projetos com relação à ocupação dos espaços geográficos, favorecendo a realização do planejamento sócio econômico, ambiental sustentável.

Contudo, convém lembrar que fotografias aéreas e imagens de satélite são instrumentos que deverão complementar outras fontes de informação, coleta de dados, etc., ou seja, exige o desenvolvimento de atividades correlacionadas para o estudo do meio ambiente. Algumas aplicações de sensoriamento remoto no estudo uso da terra são discutidas a seguir.

O levantamento do uso da ocupação da terra em determinada região tornou-se um item fundamental na compreensão de padrões de organização do meio ambiente. Assim, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo para análise de tendências. Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto é uma técnica bastante útil; permite obter, em curto prazo, grande quantidade de informação sobre registros de uso da terra.

No planejamento municipal e regional citam-se algumas aplicações nos campos de levantamento, mapeamento e monitoramento de uso e ocupação atual e multitemporal do solo urbano e rural, estradas, acessos, ferrovias, linhas de alta tensão, bem como áreas adjacentes, mananciais de abastecimento e qualidade da água.

Ainda, com a finalidade de suporte e apoio, convém citar: planos diretores de desenvolvimento integrado, elaboração e atualização de cadastros técnicos urbanos e rurais, manejo integrado de bacias hidrográficas e programas de saneamento ambiental, programas de prevenção e supressão ao fogo

2.7 Processamento Digital de Imagens

2.7.1 Introdução

O interesse pelas técnicas de processamento digital de imagens data do início da década de 1920, quando figuras digitalizadas foram inicialmente transmitidas por cabo submarino entre Nova York e Londres. Conforme Quintanilha (1990), as aplicações dos conceitos de processamento de imagens digitais só tiveram um maior desenvolvimento depois da metade da década de 1960, quando a terceira geração de computadores digitais colocou à disposição dos seus usuários velocidade e capacidade de armazenamento compatíveis com aquelas necessárias à implementação dos algoritmos de processamento de imagens.

O processamento de imagens digitais pode ser entendido como o conjunto de procedimentos relativos à manipulação e análise de imagens por meio do computador. O processamento de imagens digitais ocorre com a entrada de dados digitais, o realce ou a manipulação do contraste, a análise estatística e a geração de saídas que podem ser imagens em tons de cinza ou coloridas.

O processamento de imagens é o conjunto de operações que permitem realizar manipulações numéricas sobre imagens digitais, compreendendo o pré-processamento, o realce e a classificação. (MENESES *et al.*, 2001).

A finalidade básica de um sistema de processamento de imagens é a de preparar uma imagem para facilitar a interpretação visual da cena, explorar com melhores recursos toda a informação contida na imagem, extrair informação contida na imagem, informações de interesse e/ou relacioná-las com parâmetros estatísticos, num processo que objetiva aperfeiçoar ao máximo a análise dos dados, em termos de eficiência, tempo e custo.

Dessa forma, sistemas dedicados de computação são utilizados para atividades de análise e manipulação das imagens brutas. (MENESES *et al.*, 2001). O resultado desse processo é a produção de outras imagens, a partir das imagens brutas.

Com os sistemas computadorizados projetados exclusivamente para análises de imagens digitais de diferentes tipos de sensores, munidos de funções de pré-processamento usadas para retificar e ajustar os dados, e de algoritmos ou programas para realçar ou classificar internamente as imagens, é possível a extração de informações, as quais seriam, no mínimo, difíceis de obtidas por processos ópticos ou fotográficos, ou por técnicas clássicas de interpretação.

2.7.2 Definição de Imagem

Em sensoriamento remoto, as informações das imagens dos objetos da superfície terrestre são transmitidas na forma de radiação eletromagnética, refletida ou emitidas, para serem registradas pelos detectores ou filmes dos sensores (MENESES *et al.*, 2001). A posição espacial e o valor da radiância são os dois principais atributos de um objeto na superfície do terreno que podem ser representados numa imagem. Portanto, uma imagem pode ser definida de forma genérica como uma função bidimensional da intensidade radiante.

2.7.3 Resolução das Imagens

Segundo Novo (1998), as imagens dos sistemas sensores remotos³⁹ possuem quatro tipos de resolução: espectral, espacial, temporal e radiométrica.

- Resolução Espacial é definida pela capacidade do sistema sensor em "enxergar" objetos na superfície terrestre; quanto menor o objeto possível de ser visto, maior a resolução espacial. Essa resolução está diretamente relacionada com o tamanho do pixel, ou seja, uma determinada quantidade em metros quadrados de área no terreno que o sensor é capaz de registrar.
- Resolução Espectral é um conceito inerente às imagens multiespectrais de Sensoriamento Remoto. É definido pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral de um sensor.
- Resolução Radiométrica é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior o.

39. *Correção Radiométrica*: objetivam eliminar ruídos presentes na imagem e que influenciam não só o aspecto das imagens, bem como os resultados dos processamentos utilizados. Esses ruídos podem ser causados, por exemplo, pela descalibração dos detectores do sistema sensor, pela presença de muitos valores fora da sua faixa de detecção, ou, ainda, pela interferência da atmosfera (QUINTANILHA, 1990). *Correção Geométrica*: Para que a precisão cartográfica seja introduzida em imagens de sensoriamento remoto, faz-se necessário que essas imagens digitais sejam corrigidas, segundo algum sistema de coordenadas. A transformação de uma imagem de modo que ela assuma as propriedades de escala e de projeção de um mapa é chamada de correção geométrica (CRÓSTA, 1992). *Correção Atmosférica*: A atmosfera promove degradação na qualidade dos dados dos sensores remotos, que variam em função dos diferentes intervalos espectrais correspondentes às bandas dos sensores em operação. Os efeitos de absorção e de espalhamento, promovidos por aerossóis, gases e moléculas de água presentes na atmosfera, ocorrem ao longo da trajetória que a energia eletromagnética percorre entre a fonte, o alvo e o sensor. Esses efeitos determinam que o sinal medido pelo sensor difira da radiância intrínseca do objeto visado (OLIVEIRA-GALVÃO, 1991)..

número de níveis, maior é a resolução radiométrica

- Resolução Temporal está relacionada com a repetitividade de observação do sensor numa mesma área da superfície terrestre. O Landsat, por exemplo, possui uma repetitividade de 16 dias, ou seja, a cada 16 dias passa imageando a mesma área

2.7.4 Pré-Processamento

As técnicas de pré-processamento⁴⁰ referem-se ao conjunto de programas que permite a transformação de dados digitais brutos em dados corrigidos radiométrica e geometricamente, sendo também a correção dos efeitos atmosféricos - remoção de bruma – uma operação típica de técnicas de pré-processamento de acordo com Novo (1989).

2.7.5 Técnicas de Realce

As imagens digitais de 8 bits possuem teoricamente 256 níveis de cinza, variando do preto até o branco. Não obstante os dados de uma imagem de satélite, raramente se espalham por todo o intervalo possível de tons de cinza, sendo mais comum a sua concentração em uma pequena faixa de valores (CROSTA, 1992). O histograma é uma das formas mais comuns de se representar a distribuição estatística de cada nível de cinza de uma imagem digital, em termos do número de pixels (MENESES *et al.*, 2001).

As técnicas de realce de imagens digitais são transformações sobre os níveis de cinza da imagem de modo a melhorar a qualidade das mesmas, sem necessariamente implicar a construção de modelos sobre sua distribuição. Geralmente, são processos que buscam exclusivamente detectar, ressaltar, esconder ou corrigir aspectos da imagem, facilitando a sua posterior interpretação (QUINTANILHA, 1990).

40. Novo (1989) acrescenta que, nas classificações supervisionadas, o analista está em constante interação com o sistema de análise de imagens digitais, além de dispor de informações sobre a cena, que servem de treinamento para o sistema. Essas informações são conhecidas pelo nome de amostras de treinamento e representam o comportamento médio das classes que deverão ser mapeadas automaticamente. A amostra de treinamento deve ser bastante homogênea e representativa da classe de interesse. Os algoritmos de classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto mais comuns, segundo Meneses *et al.*, (1991) são divididos em três categorias: paralelepípedo, distância mínima e máxima verossimilhança. A classificação não supervisionada utiliza os algoritmos conhecidos como nuvens dinâmicas e k medias. No caso das classificações não-supervisionadas, o analista tem pouco controle sobre a separação entre classes, além de não ter de se preocupar com a homogeneidade das amostras, pois quanto maior a heterogeneidade das amostras, maior a certeza de que todas as classes possíveis estarão representadas. Uma das vantagens da classificação não supervisionada é que ela não requer, do analista, um conhecimento prévio da área de estudo (NOVO, 1989).

Como o olho humano só percebe poucos tons de cinza, uma imagem na forma original, como é registrada pelo sensor do satélite, aparece com baixo contraste (CROSTA, 1992). A técnica de realce é empregada para melhorar a qualidade visual de toda a imagem ou de feições específicas contida nelas, visando ao processo de interpretação visual (MENESES *et al.*, 2001).

Dentre as técnicas de realce utilizadas, destacam-se as seguintes:

- a) Manipulação do Contraste: consistem numa transferência radiométrica em cada pixel, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança
- b) Componentes Principais: a análise de componentes principais é uma técnica geralmente usada no tratamento digital de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto, para reduzir a dimensionalidade dos dados multiespectrais e realçar os dados para aplicações no estudo de recursos naturais. Além disso, essa técnica tem sido utilizada na detecção de mudança na cobertura do solo (LEE, *et al.*, 1990).

A transformação por componentes principais é derivada da matriz de covariância entre as bandas e gera um novo conjunto de imagens, em que cada valor de pixel é uma combinação linear dos valores originais. O número de componentes principais é igual ao número de bandas espectrais utilizadas, as quais são ordenadas de acordo com o decréscimo da variância de nível de cinza.

A primeira imagem do componente contém a informação de brilho, associada às sombras de topografia e às grandes variações da reflectância espectral geral de bandas. Este componente principal possui a maior parte da variância total dos dados, concentrando a informação antes diluída, em várias dimensões. A segunda e as subseqüentes imagens dos componentes principais apresentam gradativamente menos contraste entre os alvos e são desprovidas de informações topográficas, em virtude da ausência de sombreamento.

Para Quintanilha (1990), uma vez eliminadas as redundâncias, a análise da imagem dos componentes principais permitirá uma melhor discriminação entre os diferentes alvos identificados na mesma, se essa discriminação realmente existir.

2.7.6 Técnicas de Classificação de Imagens

O objetivo geral do processo de classificação envolve a associação de todos os pixels de uma imagem a determinadas classes ou temas. Isto é, o padrão espectral das feições presentes em

cada pixel, baseado em suas propriedades de emitância e refletância, é usado como base numérica para a sua categorização. (LILLESAND & KIEFER, 1994).

A classificação é um processo de reconhecimento de padrões, cujo objetivo é particionar um espaço característico em regiões que representam as diferentes classes (ALVES *et al.*, 1993) ou categorias. Onde o padrão é comumente definido como alguma coisa que tem caráter espacial ou geométrico, bi ou tridimensional. Quando se está interpretando visualmente uma imagem, o padrão consiste na regularidade e na localização característica dos tons de cinza e, ou, texturas, que permitem a elaboração de chaves de interpretação.

O termo padrão espectral está associado a um conjunto de medidas de radiância obtidas nos vários comprimentos de onda para cada pixel. O reconhecimento de padrões espectrais refere-se a procedimentos de classificação que utilizam as informações espectrais pixel-a-pixel como base para uma classificação automática. (LILLESAND & KIEFER, 1994).

Na interpretação digital ou quantitativa o padrão consiste em medições feitas em classes discretas, representativas dos corpos ou das feições de interesse. Para o computador, o conjunto de medições é o padrão, ou seja, quando num sistema de análise quantitativa se faz referência ao reconhecimento de padrões, entende-se que ele consiste no processamento digital mediante o qual padrões desconhecidos são comparados com padrões representativos de um número limitado de classes discretas e assim classificados.

De acordo com Lillesand & Kiefer (1994), a classificação supervisionada e a não supervisionada são as técnicas mais comuns de classificação de imagens. A diferença básica entre elas é que na classificação supervisionada o analista identifica áreas representativas dos pixels de determinadas classes de uso e depois cada pixel da imagem é classificado de acordo com as classes de uso a que ele mais se assemelha, gerando uma imagem nova diferente da original.

Conforme o processo de classificação empregado, os classificadores podem ser divididos em classificadores pixel a pixel e por regiões, e são assim definidos: *Classificadores pixel a pixel*: utilizam apenas a informação espectral de cada ponto, para achar regiões homogêneas; *Classificadores por regiões*: utilizam, além da informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação entre os pixels e seus vizinhos. Esses classificadores procuram simular o comportamento de um fotointérprete, ao reconhecer áreas homogêneas de imagens, com base nas propriedades espectrais e espaciais de imagens. A informação de borda é utilizada inicialmente para separar regiões, e as propriedades espaciais e espectrais irão unir áreas com mesma textura.

Na classificação pixel a pixel, existem dois tipos de técnicas: as supervisionadas e as não-supervisionadas. Para Lapolli *et al.*, (1993), nas técnicas supervisionadas as classes são definidas "a priori", e cada pixel é atribuído a uma determinada classe, por meio do uso de uma função discriminante. Nas técnicas não supervisionadas, o próprio classificador define as classes componentes e atribui cada um dos pixels a uma das classes.

2.7.7 Interpretação Visual

Oliveira & Galvão (1991) afirmam que a análise visual pode ser realizada a partir de dados originais e/ou, processados digitalmente. Esta análise baseia-se na identificação de feições a partir da associação da acuidade visual do fotointérprete, com o entendimento das características dos produtos e com o conhecimento prévio referente ao tema em estudo.

O processo de interpretação visual de imagens, de acordo com Novo (1989), baseia-se em certos princípios de análise, que incluem métodos para detectar, identificar e medir objetos observados a partir de uma perspectiva aérea ou orbital. A análise visual de dados de sensoriamento remoto aplicado à vegetação iniciou-se quando foram obtidas as primeiras fotografias aéreas, que foram e continuam sendo uma ferramenta extremamente útil para a caracterização, o mapeamento, o inventário e o manejo florestal. O processo de análise visual de dados de produtos de sensoriamento remoto consiste basicamente na identificação de alvos e na determinação de seus significados.

Para Novo (1989), as imagens em preto e branco permitem que os objetos sejam diferenciados pelas variações de tonalidade ou nível de cinza (NC), enquanto as imagens coloridas, se diferenciam por meio de variações na cor. Mesmo assim, a cor ou tonalidade dos objetos, como representativa de suas reflectâncias, está sujeita às variações em função das condições ambientais e da aquisição de dados. Já a textura⁴¹, para esse autor, oferece a impressão de rugosidade de determinada porção da imagem, sendo um elemento fundamental para a identificação de objetos.

41. As feições espectrais, *texturais* e de *contexto* são usadas na interpretação visual. As feições *espectrais* descrevem as variações tonais entre as bandas, e contêm informações sobre a distribuição espacial dos valores tonais dentro da banda espectral; e as feições de *contexto* contêm dados acerca das áreas que envolvem a unidade analisada. Por exemplo, em imagens orbitais os relevos planos estão associados à textura lisa, enquanto relevos dissecados estão associados a texturas rugosas ou grosseiras.

Conforme Santos & Aoki (1980), os resultados da interpretação preliminar devem ser devidamente avaliados e aferidos, por meio de verificação de campo, o que permitirá o embasamento indispensável ao desenvolvimento dos trabalhos subseqüentes, de interpretação visual e digital. As observações de trabalho de campo devem servir, não só para confirmação da análise visual preliminar, mas, também, para a seleção de áreas de treinamento a serem utilizadas na interpretação digital.

CAPÍTULO 3

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Definição da Área de Estudo

A base cartográfica deste estudo é o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, situado no limite dos municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães - Mato Grosso, situado na mesoregião centro-sul mato-grossense. Suas coordenadas geográficas são 15° 10' e 15° 30' de latitude sul e 56° 00' e 56° 40' de longitude oeste de Gr. Com fator de altitude que varia de 200 a 800 metros em relação ao nível do mar (Figura 17 e 18).

O Parque Nacional tem seus limites descritos a partir da carta em escala 1: 100.000 n° SD. 21. Z – C - III, editada pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército-1 edição. Essa área de pesquisa é a mesma estudada no Macrozoneamento Ambiental da Chapada dos Guimarães (FEMA, 1995, 2000). O Parque Nacional encontra-se inserido na área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães, e existe um relacionamento maior entre a população de Cuiabá e o Parque.

O Parque Nacional este situado a aproximadamente 23 Km da área urbana de Cuiabá-MT, e a principal via de acesso é através da rodovia MT-251, que secciona o Parque Nacional ao meio, dando acesso à cidade da Chapada dos Guimarães e ao Complexo Turístico da Salgadeira no interior do Parque. A área tem sido utilizada para pesquisa, educação ambiental e atividade de lazer. O Parque possui uma superfície total de cerca de 33.000 hectares. E essa unidade possui 18,47% de áreas adquiridas, 17,36% de área da União e 64,17% de áreas particulares.

Registros sobre o ambiente da região do Mato Grosso estão presentes desde os cronistas do século XVII e durante os séculos XVIII e XIX, por observações de viajantes e de filhos da Terra. Dentre os setores pioneiros, preocupados com a conservação da região da Chapada dos Guimarães, destacam-se as organizações não-governamentais de caráter ambientalista, que, aliadas a outras instituições, organizaram-se inicialmente com o objetivo de pressionar o poder público para a criação do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e, posteriormente, sua efetiva implementação.

A região de Chapada dos Guimarães, por sua beleza cênica e atributos ambientais, como a alta biodiversidade, tem sido objeto de preocupação permanente de setores da sociedade, em face de problemas ambientais potenciais ou já desencadeados. Dentre esses problemas destacam-

se: a pressão imobiliária urbana e rural resultante da expansão de Cuiabá; o crescimento urbano desordenado da cidade de Chapada, sem que a administração municipal consiga atender à demanda por infra-estrutura, como o abastecimento de água e a coleta de lixo, a degradação ambiental causada pelos turistas nos pontos de maior visitação, como as cachoeiras e mirantes, a substituição da vegetação de cerrado sobre terras arenosas por pastagens plantadas, com redução da biodiversidade, bem como choque cultural entre os estilos de vida da população permanente e da população intermitente.

O Decreto de criação do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e de outras Unidades de Conservação foi assinado em 06 de abril de 1989, dentro do Programa Nossa Natureza, em resposta às pressões internacionais devidas à intensidade das queimadas na Amazônia. O Parque Nacional foi criado através do Decreto lei nº 97.656 de 12 de abril de 1989. (Brasil, 1995).

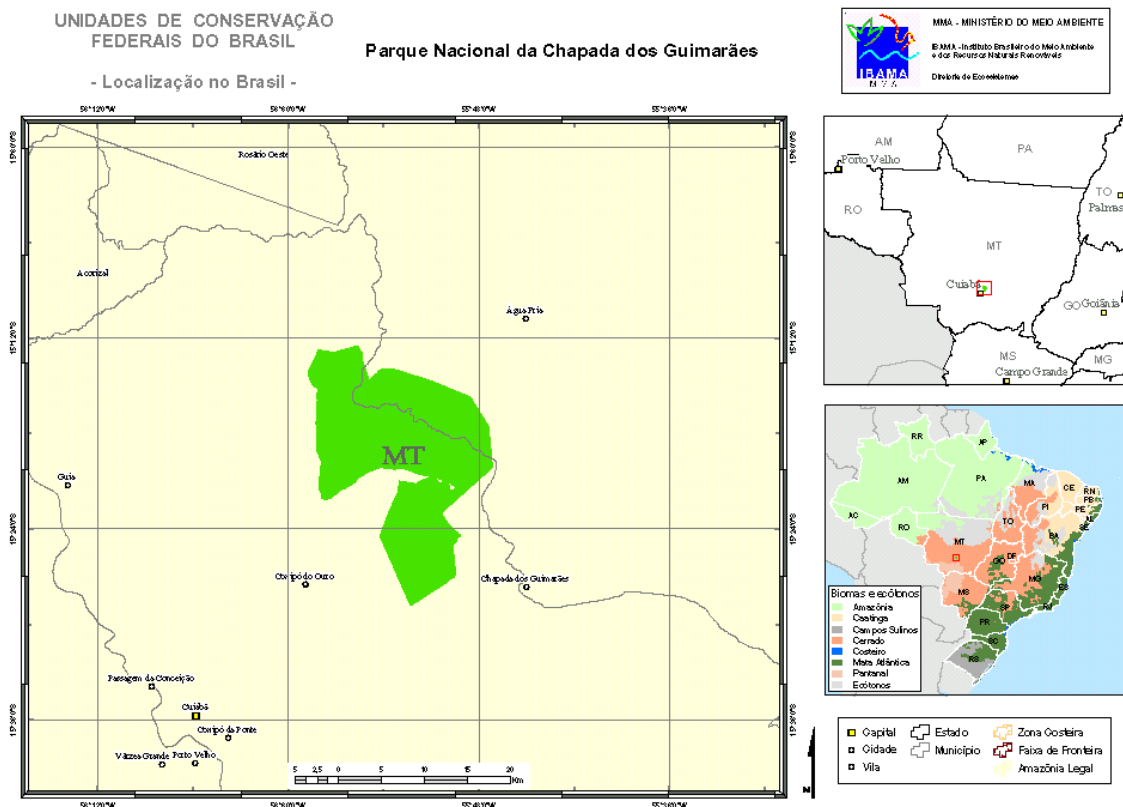


Figura 17. Localização do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

Fonte. IBAMA/MMA-2004

O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães possui o objetivo de proteger e preservar amostra dos ecossistemas ali existentes, assegurando a preservação de seus recursos naturais, proporcionando oportunidades controladas para uso pelo público, educação, pesquisa científica e

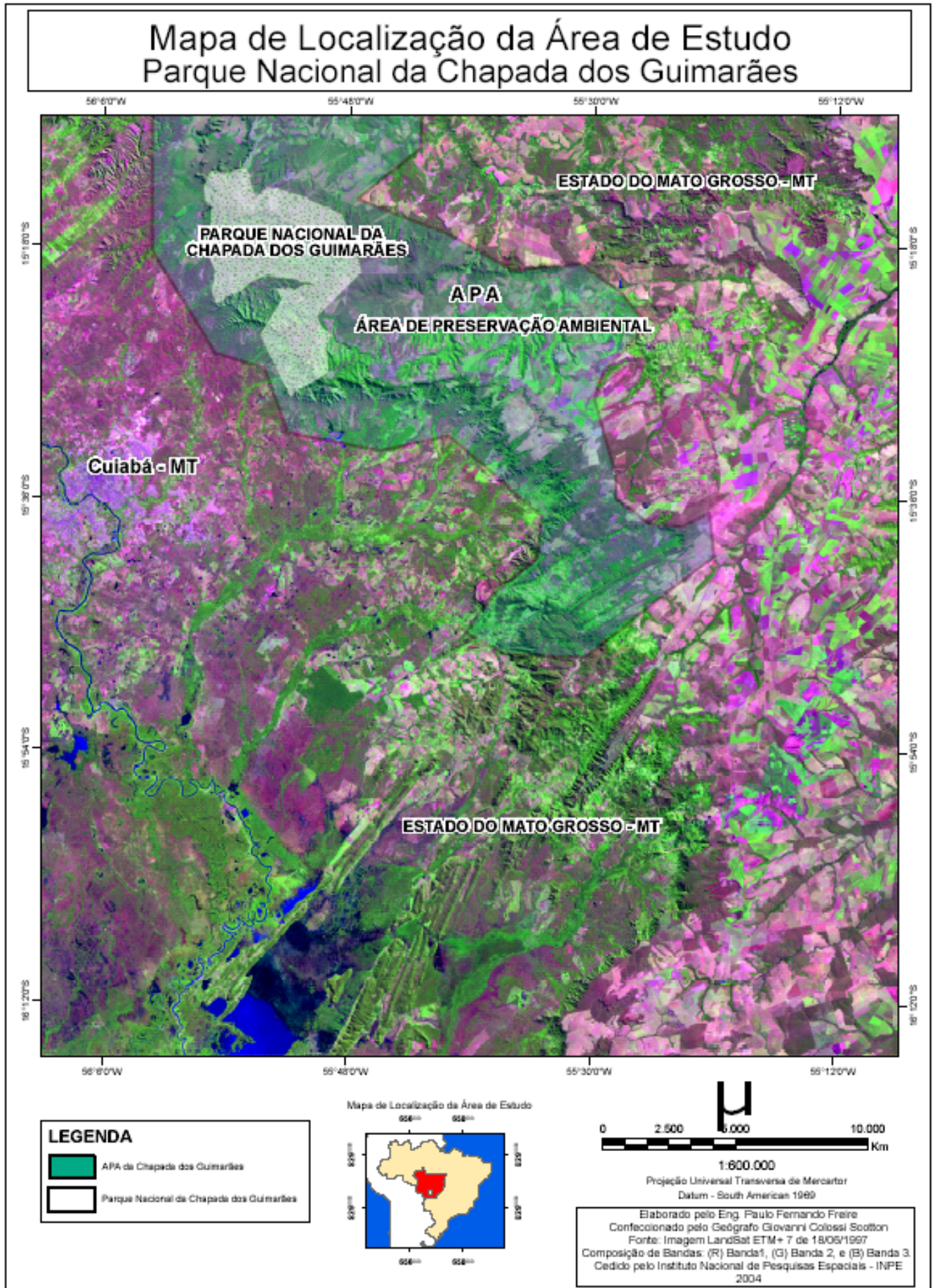


Figura 18 Mapa de Localização da área de estudo - Parque Nacional

também contribuindo para a preservação de sítios arqueológicos existentes na área.

Um benefício indireto é a preservação dos sítios arqueológicos que resguardam a significância regional da Chapada dos Guimarães, constituindo-se um patrimônio da humanidade. Proteção dos ecossistemas de Savanas e Matas Semidecíduas, inúmeros sítios arqueológicos e monumentos históricos e ainda as cabeceiras dos vários rios que compõem as bacias do Alto Paraguai e Amazônica.

Dessa forma, o governo do Estado de Mato Grosso, em uma tentativa de reforçar a unidade de conservação e principalmente suas bordas, cria a área de Proteção Ambiental Estadual da Chapada dos Guimarães, entendida como espaço territorial especialmente protegido através do Decreto lei nº 537, de 21 de novembro de 1995. Tem como escopo proteger as nascentes, os cursos de água de primeira ordem, veredas, fundos de vales, matas de galeria, paredões rochosos, escarpas, grutas e cavernas que se localizam no entorno do Parque (FEMA, 1995).

A constatação de que a área do Parque é bastante restrita e os problemas ambientais existentes e citados envolvem uma região muito maior, motivou a criação da Área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães. É grande a expectativa de que esse instrumento propicie uma ordenação da ocupação do território em bases ambientalmente sustentáveis. A decisão do governo de implantar a APA da Chapada dos Guimarães, em julho de 1996, é fruto de reuniões com a participação da sociedade civil, na Comissão Pró-Implantação do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

3.2. Aspectos Fisiográficos⁴²

3.2.1 Fatores Naturais

a) Clima

O clima⁴³ é caracterizado na área da depressão cuiabana, caracterizado por **Aw** e **Cw** representando o clima tropical de altitude do planalto. O ano está dividido em duas estações

42.A maioria das informações sobre o meio físico e biótico foram extraídas do Projeto do Macrozoneamento Ambiental da Chapada dos Guimarães, elaborado pela FEMA/CEMA(2000), que constitui o levantamento bibliográfico relativo aos aspectos técnicos, representando o atual estágio dos conhecimentos sobre o meio físico e biótico da área de estudo, o que nos possibilita utilizá-la quase que integralmente na presente pesquisa.

43. Referindo-se à bacia do Alto Paraguai, o trabalho do PCBAP (1996) ressalta que, na classificação climática de Köppen, aquela região está enquadrada no tipo Aw - Clima Tropical Úmido de Savana.

distintas, no que se concerne às precipitações pluviométricas: A estação chuvosa (primavera e verão) e a estação seca (outono e inverno). Nessa variação sazonal podem ser caracterizados seis meses chuvosos e seis meses quentes, com oscilações de extremo quente a frio seco.(MAITELLI *et al.*, 1996).

Na estação seca, pode ocorrer o fenômeno da “friagem”, que é a invasão da massa polar sobre o continente, o que pode acarretar a queda de até 5° C, e normalmente varia de 12°C a 25° C. A estação chuvosa tem seu início progressivo no mês de setembro indo até o mês de abril. Os meses de dezembro a março, correspondentes ao verão, estão caracterizados por um acréscimo generalizado nas precipitações, e 80% das chuvas anuais caem durante esta curta temporada.

As temperaturas estão compreendidas entre 24° e 35°C, no transcorrer desta estação, ea pluviometria média regional é de 1750 mm, com um máximo mensal de 150 a 300 mm aproximadamente, e um mínimo mensal de 2 a 50 mm durante a estação seca. Nas encostas e vales ocorrem ilhas climáticas, possibilitando a sobrevivência de grande número de espécies vegetais.

A umidade relativa do ar é variável e durante as grandes precipitações ela pode atingir quase 80%, enquanto que na estação seca ela é de aproximadamente 30%, tendo atingido 12,9% no mês de agosto de 1991. A estação seca é caracterizada por um calor intenso, as chuvas são esparsas e podem cair, quando existe uma diminuição sensível de temperatura. As temperaturas oscilam entre 34° a 40°C. A direção predominante dos ventos é de norte, com velocidade média de 4,5 km/h.

b) Aspectos Geológicos⁴⁴

A área do Parque Nacional localiza-se sobre rochas paleomesozóicas da Bacia do Paraná,

44. Almeida (1954) denominou Série Chapada a um conjunto de sedimentos clásticos predominantemente marinhos, compostos por arenitos grossos e conglomerados nos horizontes mais baixos, e de arenitos finos, siltitos e folhelhos esverdeados para o topo, constituindo este pacote parte da escarpa da Chapada dos Guimarães, onde distinguiu duas fácies diferentes: Furnas e Ponta Grossa. Fácies Furnas, Almeida (1954) descreveu como um espesso pacote de arenitos grossos que repousa discordantemente sobre os metamorfitos da *Série Cuiabá*; constatou que sua parte basal é rica em seixos de quartzo leitoso, que podem constituir lentes e lâminas com caráter conglomerático, acamadas, com maiores dimensões paralelas à estratificação, dispostos em uma matriz arenosa grossa e friável. A Formação Furnas mostra suas melhores exposições confinadas à borda noroeste da Bacia do Paraná, onde hoje se localiza a APA e o Parque e Nacional de Chapada dos Guimarães, revelando um relevo cuestiforme e também ruiforme, com a ocorrência de cavernas e grutas, condicionados aos fraturamentos alinhados na direção NE-SO, originando províncias espeleológicas, como é o caso da região da Caverna Aroe - Jari e Gruta da Lagoa Azul. A Formação Furnas, na região de Chapada dos Guimarães, distribui-se por uma superfície alongada de direção norte - sul, com largura média de 10 km. Forma e sustenta uma *cuesta* de aproximadamente 20 km de extensão, com cotas que atingem 300 m, recebendo designação local de serra de São Jerônimo, compreendida entre as nascentes dos rios Cuiabá Mirim, Aricá - Açú e Aricá - Mirim.

formando a Chapada dos Guimarães e sua base, aflorando na Depressão Cuiabana, formada por rochas pré-cambrianas (BRASIL, 1995, WESKA, 1996). A bacia sedimentar, está representada por arenitos paleozóicos da Formação Furnas e Ponta Grossa, superposto por terrenos mesozóicos constituídos por arenitos Botucatu e parcialmente recobertos por sedimentos Bauru. Os depósitos cenozóicos estão representados principalmente pelos cascalhos dos rios atuais e cangas antigas e modernas (RADAMBRASIL, 1992).

As mineralizações em ouro que ocorrem associadas ao Grupo Cuiabá são conhecidas desde o descobrimento da região pelos Bandeirantes paulistas, constituindo-se no motivo principal do surgimento da cidade de Cuiabá e de seu desenvolvimento, sendo lavrado até os dias atuais. O ouro ocorre incrustado nos veios de quartzo, que atravessam as rochas do Grupo Cuiabá, de direção preferencial NW (LUZ *et. al.*, 1980), como também em depósitos aluvionares recentes, ao longo de cursos d'água, e em coberturas lateríticas dispostas em terraceamentos laterais nas principais drenagens do Quaternário ao Terciário.

C. Aspectos Geomorfológicos⁴⁵

A região de Chapada dos Guimarães localiza-se em duas grandes unidades geomorfológicas que recebem a denominação de Planalto dos Guimarães e Depressão do rio Paraguai. A unidade geomorfológica Planalto dos Guimarães compõe-se das subunidades Chapada dos Guimarães, Planalto do Casca e Planalto dos Alcantilados, enquanto que a unidade geomorfológica Depressão do rio Paraguai, por sua vez, compõe-se das subunidades Depressão Cuiabana e Depressão do Alto Paraguai. (RADAMBRASIL, 1982).

Na Região do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, ocorrem as unidades e subunidades geomorfológicas mencionadas, com exceção do Planalto dos Alcantilados e Depressão do Alto Paraguai.

(a) Planalto dos Guimarães

Esta denominação de Planalto dos Guimarães está relatada em F. Almeida (1948 a), que

45. Bordest (1992), levantando e avaliando os *Riscos Ambientais na Alta Bacia do rio Coxipó*, identifica na subunidade Chapada dos Guimarães três (3) compartimentos geomorfológicos, o qual denominou de Planalto Dissecado, Planalto Conservado e Patamares e Rampas Coluvionadas. Na subunidade Depressão Cuiabana, identificou dois (2) compartimentos, o qual denominou de Patamares com Cristas Ravinadas e Depressão Pediplanada, onde essas unidades são correlacionadas à compartimentação estabelecida pelo RADAMBRASIL (1982). Além disso, foram realizadas compartimentações morfopedológicas, em outras áreas da Chapada, por Müller Neto (1996), segundo conceito indicado por Tricart & Killian (1979), apud Salomão, (1994), na bacia do rio Cachoeirinha, pertencente à subunidade geomorfológica Planalto do Casca.

chamou inicialmente esse planalto de Grande Divisor, por tê-lo considerado como um divisor de águas das Bacias Amazônicas e Platina. Em 1972 foi chamada de Planalto da Chapada por Guimarães & L. Almeida, denominação esta que foi confirmada por W. Ribeiro Filho *et al.*, (1982). Ross, J. & Santos, L. (1982) denominaram de Planalto dos Guimarães a toda área de chapadas, a leste da Depressão Cuiabana.

O Planalto dos Guimarães compreende o extremo nordeste da Bacia do Alto Rio Paraguai, tendo como limites a norte os Planaltos Arruda-Mutum e o do Casca, a sul o Planalto dos Alcantilados e a oeste a Depressão Cuiabana e de São Jerônimo-Aquidauana., possui altitudes que oscilam entre 300 a 860 metros, e se constitui num divisor natural das Bacias Amazônica, Platina e do Araguaia. Duas unidades distintas constituem o Planalto dos Guimarães e possuem características geomorfológicas marcantes, correspondendo respectivamente, à Chapada dos Guimarães e ao Planalto do Casca.

Chapada dos Guimarães

A unidade geomorfológica Chapada dos Guimarães se faz presente no município de mesmo nome e corresponde a uma área de relevo plano a tabular, onde as altitudes oscilam entre 600 a 860 m. A Chapada dos Guimarães é toda contornada por um relevo escarpado, onde se descortinam as unidades litoestratigráficas: Grupos Cuiabá e Bauru (Formações Paredão Grande, Quilombinho, Cachoeira do Bom Jardim e Cambambe), as Formações Furnas, Ponta Grossa e Botucatu e as Fácies Estiva, Água Fria e Peba (R.. WESKA, 1987).

Em Chapada dos Guimarães, determinadas áreas do topo estão moldadas em rochas areníticas pertencentes à Formação Botucatu e ao Grupo Bauru, com estruturas ruiformes comportando um relevo bem plano com fraca densidade de drenagem, a qual tem seus crescimentos nos trechos escarpados, e as maiorias são de caráter intermitente e controladas pela estação das grandes precipitações pluviométricas.

A direção preferencial é NE-SW, em razão da estrutura subaparente representada pelo Grupo Cuiabá. Dessa forma ocorre localmente um número elevado de cristas alongadas e relativamente estreitas, sustentadas pelas rochas quartzíticas pertencentes ao Grupo Cuiabá.

Na superfície da Chapada dos Guimarães são reconhecidos litossolos vermelho-amarelos, enquanto os presentes nas regiões mais dissecadas e nas seções inferiores dos vales são areias provenientes da decomposição dos quartzitos.

Nessa unidade morfológica a cobertura vegetal está representada pelo Cerrado e pelo

Cerradão, que se desenvolvem tanto nas areias quartzosas, como nos litossolos vermelho-amarelados. Nas planícies de inundação são notáveis os renques formados pelas matas galerias.

(b) Depressão Cuiabana (Baixada Cuiabana)

Dentro dessa denominação está incluída toda área rebaixada situada entre a Chapada dos Guimarães e a Província Serrana, distribuída a partir do alto até o médio curso do Rio Cuiabá, para depois se descortinar lateralmente, onde podemos observar uma compartimentação de feição areal que se abre para o sul e adentram para a Folha SE/21-Corumbá (ROSS, J. & SANTOS, L. 1982). Acompanham os seus afluentes Rio Manso, Bento Gomes, Pinheiro, Jangada, Chiqueirão, Engenho e Quibó Grande e o Ribeirão Pinheiro. É também conhecida como Baixada Cuiabana (F. ALMEIDA, 1964).

Esta unidade geomorfológica se adelgaça para o sul e para o norte, até as cercanias do paralelo 15°, quando então se distribui para leste, seguindo o vale do Rio Manso. O limite sul está relacionado ao Pantanal Matogrossense. Ao norte, noroeste e oeste seu limite se dá com a Província Serrana e mais precisamente com o Cinturão Móvel Alto Paraguai, e na seção leste, a partir da margem esquerda dos Rios Cuiabá e Manso, seus limites estão representados pela Chapada dos Guimarães.

As altitudes variam entre 130 a 450m. Dessa superfície se individualizam morros isolados, tais como o Morro Grande e de Santo Antonio, sustentados por rochas quartzo-xistosas, no Município de Santo Antonio do Leverger.

Na Depressão Cuiabana os relevos estão modelados em rochas pertencentes ao Grupo Cuiabá, que está constituído como vimos anteriormente por filitos contendo intercalações de metarcóseos, metagrauvas, quartzitos, metaconglomerados e níveis de calcários, que se encontram encobertos por material de composição areno-argilosa e argilo-arenosa, com presença de níveis concrecionários. Essas rochas estão encobertas geralmente por uma vegetação do tipo Cerrado (Savana), nos dois andares e pelo Campo Cerrado, Campo Limpo, Campo Sujo e às vezes pelo Cerradão.

Recobre essas litologias uma vegetação generalizada de Savana Arbórea Aberta e secundariamente de Savana Parque. Nos fundos dos vales, encontram-se as Matas de Galerias de pequena expressão em área de drenagem; de modo geral, apresenta nessa subunidade forte controle estrutural, especialmente nas áreas que pertencem a APA Estadual da Chapada dos Guimarães (ROSS, J. & SANTOS, L. 1982).

D. Aspectos Pedológicos⁴⁶

Na Região do Parque Nacional, que está inserida na APA Estadual de Chapada dos Guimarães, ocorrem solos do tipo Latossolo Vermelho - Escuro Latossolo Vermelho - Amarelo Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Hidromórficas, Laterita Hidromórfica, Solos Litólicos e Solos Concessionários, apresentando, em comum, a característica de serem álicos e distróficos, conforme RADAMBRASIL (1982) e Jacomine *et al.*, (1995).

E. Aspectos Morfopedológicos⁴⁷

Müller Neto (1996), mapeando em escala de 1:50, a bacia do rio Cachoeirinha, pertencente à subunidade Planalto do Casca, no município de Chapada dos Guimarães – MT, identificou 7 (sete) unidades morfopedológicas, preferindo denominá-las unidades geoambientais, segundo o conceito de morfopedologia indicado por Tricart & Killian (1979), *apud* Salomão (1994).

F. Aspectos Hidrográficos

No Município da Chapada dos Guimarães, a maioria dos rios que formam o Cuiabá contém ainda água muito cristalina. Nesse município, o rio Coxipó tem as suas nascentes contendo diversos trechos encachoeirados. Destacam-se ainda os rios do Peixe, Mutuca e Claro, com seu afluente Córrego Paciência. Esses rios são afluentes do rio Coxipó.

Esses rios e córregos, nessa área, caracterizam-se pela existência em seus percursos de matas ciliares e galerias, que se destacam na paisagem com os tapetes verdes dos campos limpos, formando um belo contraste.

3.2.2. Características do Meio Biótico

A. Vegetação

Fitofisionomicamente, a área estudada é caracterizada por cinco formações: *Cerrado*

46. Foram caracterizados também os solos do tipo Hidromórficos, Brunizens, Vertissolos, Plintissolos, Planossolos e Gleis, que ao lado dos solos estudados serão adaptados à Classificação do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (1998).

47. As unidades geoambientais são as seguintes: 1 - Platô; 2 - Borda do Platô; 3 - Pequenas Colinas; 4 - Colinas Amplas e Vales Pouco Entalhados; 5 - Veredas; 6 - Morros Testemunhos Não Ruiniformes e 7 - Morros Testemunhos Alongados e Ruiniformes.

(Savana), *Campo Cerrado* (Savana Arbórea Aberta), *Campo Limpo* (Savana Gramino –lenhosa), *Campo Sujo* (Savana Parque), *Cerradão* (Savana Arbórea Densa), *Matas* (Ciliar e Galeria), *Áreas Desmatadas e Florestas de Aluviais* (D. AMARAL *et. al.*, 1982; BITTENCOURT ROSA, D. *et. al.*, ;1996).

Dessa forma, de acordo com a classificação adotada no Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982), harmoniosa com aquela desenvolvida por Veloso *et. al.*, (1991), a área do Parque Nacional, localizado no interior da APA da Chapada dos Guimarães, situa-se na Região Fitoecológica da Savana (*Cerrado lato senso*), mais especificamente na área de predomínio da formação denominada Savana Arbórea Aberta, com florestas de galerias, ocorrendo, também, áreas de Floresta Estacional e Áreas de Tensão Ecológica, constituídas pelo Contato Savana - Floresta Estacional.

No Projeto RADAMBRASIL (1982) a área de borda do Planalto dos Guimarães foi classificada como Área de Tensão Ecológica com Floresta Estacional Semidecidual: “Localizada nas bordas, as fisionomias da paisagem mudam devido ao relevo e a vegetação toma outro aspecto do tipo de savana que se estende sobre o relevo tabular das Chapadas”.

As altitudes exercem alguma influência na temperatura e precipitação, originando ainda vários solos, e condicionam formações vegetais diferentes em cada uma das mesmas. Na área de tensão ecológica ou regiões fitoecológicas ocorrem interpenetrações de fisionomias diferentes originando florestas.

Oliveira Filho (1984) realizou estudos florísticos e fitossociológicos num cerrado na Chapada dos Guimarães, identificando 125 (cento e vinte e cinco) espécies pertencentes a 35 (trinta e cinco) famílias botânicas, onde as seguintes espécies apresentaram os maiores índices de valor de importância: de pequeno porte e de grande abundância, *Syagrus comasa*, *Myrcia lasyantha*, *Byrsonima verbascifolia*, *Kielmeyara rubriflora*, *Davilla grandiflora* e *Rourea induta*; de grande porte e de grande abundância, *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora*; de grande porte e de menor abundância, *Hymenaea stigonocarpa* e *Pouteria ramiflora*.

Em 1986, Oliveira Filho & Martins (1986) realizaram estudo para avaliar a distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira e da região da Baixada Cuiabana, próxima às escarpas do Planalto dos Guimarães.

Verificaram que, devido ao relevo acidentado, à intrincada rede de drenagem das nascentes e ao encontro de dois embasamentos rochosos distintos, ocorrem os seguintes tipos de vegetação:

- a) *Cerrados rupestres* nos Litossolos areníticos do alto da Chapada;

- b) *Cerrados de cabeceiras*, associados ao relevo dissecado do fundo das ravinas;
- c) *Cerrados interfluviais*, sobre solos arenosos aluviais dos sopés da escarpa;
- d) *Veredas, brejos* curtigraminosos com buritis, associados a solos hidromórficos;
- e) *Florestas de Galeria*, dispostas no fundo dos vales, em estreita faixa ao longo dos cursos d'água ;
- f) *Cerradões* dos solos derivados do filito.

Em 1988, a FEMA, com recursos do Programa POLONOROESTE, desenvolveu um projeto na área do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, onde fez levantamento dos recursos naturais, visando ao *Reordenamento dos Monumentos Ecológicos da Chapada dos Guimarães*. A equipe de vegetação descreveu a florística e a fisionomia, avaliou as condições ambientais e teceu recomendações voltadas à conservação dos ambientes.

Nas áreas dos rios Claro e Mutuca, o levantamento citado encontrou Cerrado, Campo Rupestre, Campo Cerrado, Mata Semidecídua e Mata Ciliar, bem como documentou a descaracterização do ambiente em trechos desmatados das margens dos rios próximos a chácaras ou locais de concentração de turistas. Recomendou então a construção de trilhas evitando a passagem pela vereda devido à extrema fragilidade da área.

Na área da Salgadeira, os autores dos trabalhos descreveram as fisionomias encontradas e algumas espécies típicas, por formação e, devido ao desmatamento local, encontraram diversas capoeiras e o início de boçorocas. Recomendaram, nesses casos, que fossem providenciados, além da recuperação da Mata Ciliar, o controle do fogo e a instalação de um posto de fiscalização e educação ambiental no próprio local.

Na região do Buriti, Cachoeirinha e Véu de Noiva foram encontrado Mata Semidecídua, Vereda, Cerrado e Pastagens, chamando-se a atenção para o desmatamento e alterações feita às margens do rio Coxipózinho.

Em 1989, Prado & Damasceno (1989) fizeram um levantamento na região de Chapada dos Guimarães e listaram vários gêneros arbustivo-arbóreos encontrados, dentre eles: *hymenaea*, *Copaifera*, *Ingá*, *Byrsonima*, *Kiellmeyera*, *Qualea*, *Vochysia*, *Protium*, *Anacardium* e subarbustivos e herbáceos como *Eremanthus*, *Microlicia*, *Paepalanthus*, *Panicum*, entre outros.

Em 1990, foi publicado o Relatório de Pesquisa nº 11 SCT/PR CNPq, do Programa Polonoroeste, elaborado pela equipe da Universidade Federal do Rio de Janeiro, trazendo as descrições das viagens, coletas e listagem de mais de trezentas espécies vegetais coletadas e identificadas. Atualmente é feito um relato diário das atividades e locais visitados, fornecendo breves, informações gerais sobre os ambientes e as condições encontradas. Trata-se de

importante contribuição para a região do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e para a área da APA (UFRJ, 1990).

Como forma de orientação e planejamento, o IBAMA (1994) reuniu uma equipe de técnicos em recursos naturais que elaboraram um Plano de Ação Emergencial para o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, onde são citadas e conceituadas as grandes fitofisionomias do PARNA. Denominaram e descreveram: *Mata Semidecídua*: Interpretada como Mata de Encosta e Ciliar; *Savana Arbórea Densa*: Cerradão; *Savana Arbórea Aberta*: Cerrado; *Savana Gramíneo Lenhosa*: Campo Sujo; *Savana Parque*: Campo Cerrado; Campo Cerrado Rupestre (FEMA,1988).

Bordest (1992) elaborou sua Tese de Doutorado nas proximidades do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, com ênfase na caracterização de fragilidades ambientais, causadas por fenômenos naturais ou decorrentes do uso inadequado do solo, na bacia do rio Coxipó. Foi apresentado, nesse trabalho, um documento cartográfico sobre Vegetação e Uso da Terra, argumentando-se, também, que a vegetação da área é bastante frágil, merecendo atenção especial quanto a sua interação com os fatores físicos.

B. Fauna Terrestre⁴⁸

O Parque Nacional de Chapada dos Guimarães encontra-se localizado, como já referido anteriormente, dentro do bioma Savânico, onde há diversidade de unidades integradoras dessa paisagem, oferecendo uma infinidade de habitat disponível para a variada fauna de mamíferos. Além disso, nessa área, além disso, pode ser encontrado um gradiente de formas de vegetação da savana brasileira, com estruturas e fisionomias próprias que variam desde a vegetação arbórea densa até campos abertos, com forragem de gramíneas.

Entre esses dois extremos situam-se florestas de galerias, florestas estacionais subdeciduais, savanas florestadas, savanas arborizadas, savanas gramíneo - lenhosas e parques savanas. Todo esse habitat está disponível para uso e ocupação de mamíferos, com recursos para forrageamento e abrigos naturais.

Essa heterogenidade abriga comunidades variadas que dão suporte a espécies especializadas, como os grandes carnívoros. O reconhecimento da distribuição da fauna em uma

48. O principal habitat da região do Parque Nacional e seu valor para a mastofauna, tendo sido utilizado, para tal procedimento, a classificação de Veloso *et. al.*,(1991).

determinada área é essencial para a determinação de sua estrutura e funcionamento para qualquer fim, principalmente o conservacionista.

Segundo Alho *et. al.*, (1994), o habitat do cerrado é heterogêneo quanto à diversidade de espécies vegetais que compõem o aspecto fitossociológico, o que resulta numa distribuição irregular dos animais nessa superfície, associada, também, aos refúgios ecológicos disponíveis e à preferência de habitats, bem como às variações sazonais.

3.2.3. Características do Meio Antrópico⁴⁹

A proximidade da cidade de Cuiabá e da Chapada dos Guimarães, e a pressão demográfica sobre a área do Parque Nacional e áreas do entorno daqueles centros urbanos transformaram a unidade de conservação na “*principal região de lazer da população da Grande Cuiabá*” a qual, de acordo com a contagem de veículos, “*recebe num fim-se-semana ensolarado até 10.000 visitantes*” (KÖHNLEIN, 1993).

Ainda de acordo com o mesmo autor (1993,1994), as formas turísticas predominantes na área da Chapada são as excursões (*site seeing*) e o lazer e recreação popular. O primeiro tipo é caracterizado por visitas rápidas, efetuadas através de excursões organizadas para turistas nacionais e estrangeiros; o segundo tipo, concentrado nos fins de semana, compreende atividades de recreação (banhos, piqueniques, entre outras), realizadas pela população das áreas do entorno.

Tal atividade concentra-se preferencialmente nos eixos de acesso aos pontos que oferecem melhores condições para recreação, lazer e permanência (rios, cachoeiras, mirantes) sem que exista a infra-estrutura capaz de atender ao número elevado de pessoas que para eles

49. De acordo com documento do PCBAP (s.r.d.), sobre a questão do turismo na Bacia do Alto Paraguai - BAP são dois os tipos de atividades identificados naquela região, que têm relação com a área da APA da Chapada dos Guimarães, e conseqüentemente com o Parque Nacional objetivo do presente trabalho: “*turismo paisagístico, em razão de ser o setor, predominantemente constituído de planaltos e serras, sendo as formas de relevo e os mananciais hídricos os atrativos mais relevantes; turismo cultural, assim entendido porque os costumes, tradições, crenças e folclore da região se destacam como elementos de importância para a atração turística, particularmente nas depressões cuiabana e paraguaia*”. De acordo com as condições das áreas onde se desenvolvem, as atividades turísticas assumem características específicas que as diferenciam, principalmente quanto à relação com a paisagem e o meio cultural: atividades turísticas ligadas ao lazer da população urbana, desenvolvendo-se, principalmente, como turismo de fim de semana, “*caracterizando-se pelo consumo passivo do potencial estético e natural*” (KÖHNLEIN, 1993), o que o mesmo autor denomina “*turismo de proximidade*”; atividades turísticas ligadas à pesca recreativa e esportiva, diretamente associada à piscosidade dos cursos d’água da região, “*apresentando alta mobilidade e alcançando áreas afastadas, através do uso de barcos*” (KÖHNLEIN, 1993), atividades turísticas organizadas, (em geral, por agências em Cuiabá), através de safáris e ônibus; atividades de “*ecoturismo*”, também organizadas por agências ou por profissionais ligados à área e que se diferenciam das demais por oferecerem “*possibilidades para o turista integrar-se a natureza (...)*. É realizada através de “*passeios fluviais, caminhadas ecológicas, visitas a cavernas e ninhais, além de safaris fluviais e terrestres (...)*” (PCBAP, s.r.d.); atividades turísticas ligadas a eventos religiosos, às quais o trabalho do PCBAP (s.r.d.), já referido, denomina “*turismo contemplativo*”.

afluem. Quanto às excursões, como já explicitado, são promovidas, principalmente, por empresas de turismo de Cuiabá, com variados roteiros nas áreas da Chapada dos Guimarães e do Parque Nacional⁵⁰.

A Chapada dos Guimarães apresenta uma economia incipiente, com má distribuição de terras, muito embora, com o desenvolvimento do pólo turístico e de alguns outros empreendimentos, essa situação tenha melhorado a partir de 1991, apresentando um incremento de 32% na economia do município.

A região do entorno sofre forte tendência de expansão de novas áreas para pastagens. No limite Norte do Parque, ocorre reflorestamento com eucalipto para o fornecimento de energia para granjas da região.

3.2.3.1. Queimadas.

A localização do Parque está em uma região onde às condições geomorfológicas, vegetacionais e climáticas, propiciam a ocorrência de incêndios, cuja ação é intensificada pela ação antrópica associada à ineficiência do órgão gestor e ausência de uma política pública definida para enfrentar tal desastre. (Figura 19)



Figura 19. – Queimadas no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães. 2003.

Fonte: Jornal Diário de Cuiabá, 2004.

Conforme Tocantins (1997), nos meses frios do ano a baixa precipitação aliada aos ventos frios originados dos Andes, fazem da vegetação um material combustível em potencial especialmente a vegetação rasteira dos cerrados, cerradões e campos sujos. Os proprietários nessa época do ano manejam tanto suas pastagens nativas, ou não, como preparam o terreno para outras atividades agrícolas utilizando-se do fogo, sem os devidos cuidados para evitar a sua disseminação, causando incêndios florestais dentro do parque e no seu entorno

Dessa forma, torna-se perceptível à quantidade de focos de incêndios nessa região eclodidos anualmente, relacionados à frequência, duração e severidade, geralmente associados a algumas medidas de prevenção pífua, que tentam minimizar estes tipos de eventos negativos

50 A atividade *exógena*, embora expressiva no contexto do movimento turístico do Estado, além de acompanhar o declínio do turismo internacional ao nível do país apresenta, em função de sua característica de sazonalidade, uma dinâmica economicamente instável ao longo do ano: a maior intensidade das atividades turísticas corresponde aos meses de julho e agosto, coincidindo com os meses mais secos da região e com o período de férias nos países do hemisfério norte. A atividade *endógena*, menos sujeita à conjuntura econômica, vem demonstrando um crescimento contínuo devido, principalmente, ao crescimento de Cuiabá - Várzea Grande que desempenham, atualmente, o importante papel de pólo-turístico articulador de toda a região.

CAPÍTULO 4

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Na seleção dessa área de estudo foi considerado o seguinte aspecto:

- 1) A dinâmica e os processos de transformações da paisagem na área selecionada, que ocorrem de duas maneiras distintas:
Menos intensa – zona onde prevalece a cronologia inerente aos processos naturais e refere-se às áreas onde se localizam as Unidades de Conservação relativas ao Parque Nacional da Chapada dos Guimarães,
Mais intensa – zona onde os processos naturais são intensificados pelos processos antropogênicos decorrentes da tensão antrópica exercida pela zona de influência dos municípios onde está inserida.
- 2) Esta área já possui um estudo sobre o Macrozoneamento Ambiental e Plano de Manejo, de acordo com a legislação federal.
- 3) Devido à quantidade e qualidade das informações sobre o meio físico, biótico, social e econômico que estão disponibilizados devido aos estudos realizados nesta região e disponibilizado pelo serviço público.

4.1.1. Material Bibliográfico

Primeiramente, foram utilizadas diversas fontes, como livros, artigos e outras publicações para realizar a revisão bibliográfica com temas relacionados ao interesse da pesquisa, destacam-se as imagens orbitais, o material cartográfico e documentos jurídicos. Entretanto, esse estudo também se baseia no resgate de documentos em registros que continham informações sobre desmatamentos e queimadas na região onde se localiza a área de estudo, existentes nas organizações governamentais.

No segundo momento, utilizaram-se fontes bibliográficas mais específicas que deram suporte à caracterização da área de estudo, e que se basearam em dados presentes, contendo informações relativas à análise regional, bem como nos relatórios do Macrozoneamento

Ambiental do PCBAP, da Área de Proteção Ambiental Estadual de Mato Grosso e do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

Foram ainda utilizados como material básico os mapas temáticos de solo, relevo, hidrografia, vegetação, estrutura fundiária, geomorfologia, malha viária, bem como as imagens orbitais, a série de dados históricos dos focos de calor, arrolando os atributos relacionados à pesquisa e enfatizando descrição do material utilizado.

4.1.2 Material Utilizado

Para obtenção e processamento das informações necessárias à realização da pesquisa foram recuperados os seguintes dados:

- a. Dados diários das Coordenadas Geográficas dos focos de calor dos incêndios no período considerado na pesquisa, detectados em imagens digitais do canal 3 (3,7 um, infravermelho termal) do sensor AVHRR, a bordo da série de satélites NOAA, com uso diário de imagens de detecção de queimadas em tempo quase real na época de estiagem no Brasil Central e Sul da Amazônia (FEMA, 2004).
- b. Mapa da localização do PARNA e zona de influência (transição).
- c. Banco de Dados Gráficos, onde estão organizados os limites do Parque Nacional, hidrografia, relevo, estradas, vegetação, uso e ocupação do solo.
- d. Banco de dados alfanumérico onde serão armazenados dados sobre vegetação, relevo, solo, geologia, hidrografia, malha viária, estrutura fundiária, área, perímetro, código da feição representada, e os focos de calor,
- e. A malha viária principal e secundária e os dados temáticos de interesse no Parque Nacional e entorno,
- f. As imagens orbitais no período da pesquisa.
- g. A mancha urbana que exerce tensão antrópicas no Parque Nacional.

4.1.3. Equipamentos, Programas e Configurações.

Os dados serão processados e analisados com o auxílio dos seguintes equipamentos:

- a. Computador pessoal
- b. Impressora a jato de tinta colorida,
- c. Software de Geoprocessamento Arc View 8.3 para Windows 2000

- d. Microsoft Word, Access e Excel 2000, para a elaboração de planilhas e redigir esta dissertação devidamente licenciada.

O computador pessoal foi configurado para trabalhar com diversos sistemas operacionais, criando-se um ambiente integrado e extremamente operacional, abrangendo uma larga faixa de aplicações desenvolvidas em diferentes sistemas operacionais, desde a editoração eletrônica e multimídia, passando pelos SIG's, planilhas eletrônicas, sistemas gerenciadores de banco de dados e editor-conversores de imagens. Essa estratégia é bastante conveniente quando se trabalha com programas de domínio público que permitem integrar os diversos programas utilizados no desenvolvimento do trabalho.

4.2. Método do Trabalho

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se uma base teórica e prática voltada à interpretação e análise dos fenômenos, através da revisão bibliográfica, manipulação das informações com a utilização de um SIG que permite realizar as mais diversas atividades: medir e observar parâmetros ambientais; criar mapas que retratam as características da superfície terrestre; monitorar mudanças no espaço e no tempo considerado, e modelar alternativas de ações e processos, agindo no ambiente.

Com o uso do SIG, na área estudada, procurou-se avaliar o potencial de sua tecnologia para fornecer subsídios ao planejamento territorial, tanto a nível municipal, como regional desenvolvendo análises espaciais e novas informações sobre os recursos ambientais. Portanto, são usadas ferramentas importantes para a área de gestão de recursos ambientais, tais como: cadastro técnico multifinalitário com ênfase na gestão dos incêndios, e sistema de informações geográficas que permite o manejo de informações espacialmente distribuídas.

Essas atividades podem ser ampliadas através do uso de novas tecnologias de sistemas de informação e dos SIG. Nessa etapa foram reunidas as atividades de aquisição de dados e preparação, propriamente dita, mas também a verificação e ajustes dos resultados. Quanto à aquisição dos dados, diz respeito à coleta de dados dos trabalhos que já foram ou que ainda estão sendo desenvolvidos na área de estudo.

Resulta da obtenção de dados sobre o meio físico e sobre a antrópica, através de consulta ao material bibliográfico. foram acessados os mapas temáticos, imagens de satélite, além de diversos produtos no formato digital e no formato de papel, obtidos durante visitas técnicas ao INTERMAT, FEMA E SEPLAN.

A preparação ou entrada dos dados refere-se a todas as atividades úteis à transformação dos dados do formato analógico para o formato digital, e à respectiva inclusão em um banco de dados criado, para que pudessem retratar de forma integrada certas peculiaridades (da cobertura vegetal, da estrutura fundiária, hidrografia, relevo, solo, geologia, dos focos de calor, etc.). Foram usadas as tecnologias de geoprocessamento e cadastro técnico multifinalitário, com o objetivo de organizar, num SIG, os dados cartográficos e os dados alfanuméricos.

Antes da estruturação da base de dados gráficos em meio digital, foi realizado um levantamento das informações disponíveis, para proceder à coleta e organização dos dados existentes e úteis à pesquisa. Na estruturação do SIG as informações ambientais existentes foram organizadas em cadastro ambiental, modeladas e armazenadas, guardadas na base de dados Access.

Nessa etapa incluem-se:

- a. A digitalização da cartografia básica e dos mapas temáticos, ou importação, dos formatos digitais;
- b. Análise e correção dos mapas digitalizados;
- c. Conversão para o formato digital de dados alfanuméricos-tabelas e textos, fotografias e/ou informações diversas;
- d. Conversão de dados de formatos proprietários para o formato de BDG ou do SIG, utilizado no trabalho;
- e. Conversão de formatos e geo-correção-registro-das imagens de sensoriamento remoto para o sistema de projeção cartográfica adotado no trabalho.
- f. A digitalização dos dados dos focos de incêndios ;
- g. Análise de dados para produção de mapas temáticos.

O conjunto de dados, quando aplicados no modelo, vão produzir, por exemplo, a síntese intermediária ou parcial, representadas pelas cartas de suscetibilidade do cerrado ao fogo, vulnerabilidade natural, de sensibilidade, de potencialidade sócio econômico e de sustentabilidade do território, bem como e as sínteses finais, representadas pela carta do mapeamento das áreas,(síntese de subsídios à gestão do território).

Pode ser considerado como o mais importante procedimento para o sucesso da pesquisa. Esse procedimento é realizado praticamente ao mesmo tempo, e a maior preocupação na realização do trabalho deve ser a melhor identificação, delimitação e posterior digitalização da área homogênea em um mapa-síntese.

Cada atributo é definido segundo um consenso explicitado pela literatura especializada, que trata desse procedimento. Estes são identificados e interpretados diretamente no monitor do computador e durante essa atividade com auxílio de software específico foi processadas as funções de processamento de imagens, tais como ampliação de contraste, aplicações de filtros, componentes principais, que permitiram melhor definição dos atributos da área homogênea⁵¹.

4.2.1. Esquema Metodológico

O esquema apresentado na Figura 20 resume o processo de mapeamento dos focos de calor em nível local para o processo de obtenção de mapas dos focos de calor, originada por incêndios florestais. Numa primeira fase do processo é definido o modelo cartográfico a ser utilizado, partindo-se para o produto desejado (dos focos de calor georeferenciados, dos atributos) em prol das informações necessárias, bem como as análises e operações e serem executadas.

As informações utilizadas são derivadas de mapas, imagens de satélites, levantamento bibliográfico, trabalhos de campo entre outros. A partir dessas informações são criados os planos de informação (P.I's) necessários ao trabalho de uso da terra, hidrografia, malha viária, complexo turístico, topografia, limites etc. Os P.I's são então classificados quanto à topografia, vegetação, antropização, focos de calor, e integrados através do SIG, gerando um mapa-base de focos de calor, etc., podendo ser introduzidos outros componentes, tais como o fator meteorológico no estudo, possibilitando a obtenção de mapas de focos de calor para situações distintas ao longo do ano.

Para atender ao dinamismo existente na paisagem, principalmente em termos de uso da terra, as alterações são introduzidas nas análises por meio de dados estruturadas para o trabalho. A metodologia empregada no mapeamento dos focos de calor em escala local é basicamente a mesma que a apresentada para escala regional; porém, o foco de atenção nessa escala passa a ser o fragmento individualizado, com suas eco unidades e uso da terra no entorno (vizinhança). O mapa obtido indica regiões do fragmento com riscos diferenciados, em função das características de locais, topografia, presença de acessos e também da vizinhança.

51. Para uma discussão mais detalhada sobre a eco região ou área homogênea, ver Miller (1997) que define bioregião como um espaço geográfico que abriga integralmente um ou vários ecossistemas e engloba todos os residentes locais. Dinerstein *et al.*, (1995) diz que uma ecoregião é definida como uma montagem geograficamente distinta, de comunidades naturais que compartilham a grande maioria de suas espécies, da dinâmica ecológica de condições ambientais similares, cujas interações ecológicas, em termos de sobrevivência a longo prazo são críticas. Ver Becker, B. K.; Egler, C. A. G (1997. p. 43).

4.2.2. Produto

O nível normativo da pesquisa realizada é alcançado quando são obtidas as sínteses parciais e finais resultantes dos procedimentos de análise geográfica, que por sua vez também representam o modelo implementado. Tais produtos são utilizados para orientar uma ampla negociação social e os propostos inerentes a um programa de gestão territorial. Portanto, em relação à análise desenvolvida através da álgebra de mapas, esses produtos representam as cartas temáticas dos focos de calor na área de estudo.

O produto final representa o mapeamento dos focos de calor por incêndios florestais no PARNA, que é traduzido na carta síntese, podendo servir de subsídio a um Programa de Gestão do Território para a prevenção, supressão e controle e uso do fogo. Esse produto está materializado através do sistema de geração de documentos cartográficos disponíveis sob forma de arquivos digitais em outros formatos proprietários.

O esquema abaixo resume o processo de mapeamento dos focos de calor na área estudada:

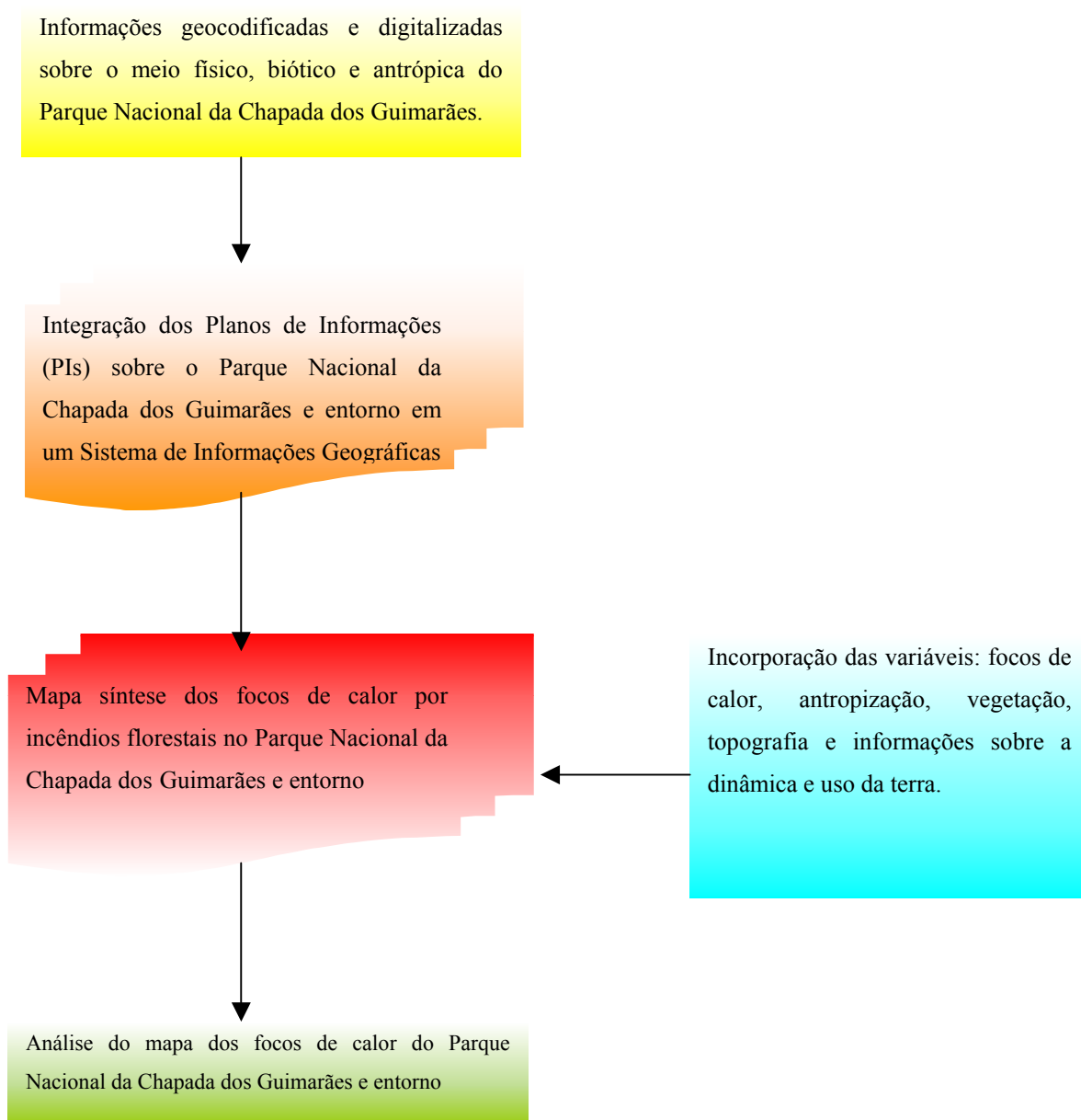


Figura 20-Esquema do processo de obtenção e análise dos mapas de focos de calor por incêndios florestais.

Fonte: Adaptado de Ferraz & Vettorazzi, (1998).

CAPITULO 5

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

No processo da pesquisa foi possível realizar uma caracterização mais detalhada da área do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, aliando a configuração histórica das queimadas e incêndios florestais ilustrados por gráficos e mapas temáticos, relativos à rede viária e hidrográfica, solos, relevo, geologia, vegetação, estrutura fundiária, carta imagem e fragilidade, o que permitiu mapeamento e análise da ocorrência de focos de calor na região estudada.

Em princípio, buscou-se no planejamento de trabalho, utilizar alguns dados necessários para a análise dos focos de calor no Parque Nacional, decidindo-se situar o processo de elaboração em função do tempo disponível, para conclusão do mesmo e da disponibilidade de obtenção das informações e adequação de suas escalas. Vale ressaltar que os dados disponibilizados são oficiais, elaborados e utilizados pela administração pública (INPE e FEMA)

5.1 Breve Histórico das Queimadas e Incêndios Florestais em Mato Grosso

Antes da ocupação humana na área central do Brasil, a vegetação dos cerrados evoluiu convivendo com o fogo, então de origem natural. As plantas dessa região toleram queimadas ocasionais e às vezes até dependem delas. Incêndios florestais não são um tipo de desastre raro; a cada dia, em algum lugar do mundo, inicia-se um.

Nas mais diferentes culturas do mundo, o fogo é um instrumento usado com frequência. O Brasil participa desse contexto, em virtude de diversos fatores históricos, como o fato de abrigar em seu território razoável diversidade de etnias e grupos sociais, uns vivendo em completa harmonia com suas tradições e culturas, outros fazendo uso de todas as facilidades proporcionadas pelo desenvolvimento.

Isto é fácil de ser comprovado através do contato com comunidades consideradas primitivas, como é o caso da comunidade indígena Nambikuaras, do Estado de Mato Grosso, que faz uso do fogo como técnica agrícola, tática de caça ou de guerra. Porém, somente após a revolução industrial é que as queimadas começaram atingir escalas nocivas para os ambientes naturais, com o incremento de máquinas na agricultura, no desmatamento; e com a incorporação de novas áreas nativas à produção.

Desde a década de 1970, áreas cada vez maiores passaram por esse processo cedendo lugar a pastos, plantações e obras de infra-estrutura. O alto custo do desmatamento mecânico implicou que fosse o fogo de longe, o meio mais rápido e barato de limpar a terra. Assim, a cada ano, áreas significativas são queimadas por acidentes ou autorizadas pelo órgão ambiental.

No Brasil, as ocorrências desses incêndios são reais e têm causado danos extremamente onerosos à sociedade, bem como degradações ambientais irreparáveis ao ecossistema brasileiro (SILVA, 1998). Tais fatos negativos podem ser agravados quando ocorre déficit de chuva em comparação há outros anos, em virtude do padrão climático⁵² do “EL NINO”; conseqüentemente, ocorre um incremento no número dos incêndios florestais.

Em Mato Grosso, essa realidade é uma constante nas últimas décadas, uma vez que o intenso e constante desmatamento (Figura 21) e conseqüente queima da vegetação nativa causam fortes impactos negativos ao ecossistema local. Com o objetivo de avaliar e quantificar os danos causados pelo fogo, muitos países mantêm estatísticas completas sobre as ocorrências de queimadas e incêndios florestais.

Em termos de cobertura vegetal, Mato Grosso caracteriza-se pela presença de três ecossistemas, que são a floresta amazônica, pantanal e cerrado, sendo que nas áreas de contato entre cerrado e floresta ocorre a vegetação de transição ou área de tensão ecológica. Cada ecossistema apresenta características naturais bastante diferenciadas e se comporta distintamente mediante interferência humana.

Entretanto, no Brasil ainda não existe uma estatística global sobre a ocorrência de queimadas e incêndios florestais, onde deparamos com dados departamentalizados e localizados, poderiam ser encontrados. (ver Relatório das Ações Desenvolvidas e Resultados Alcançados pelo PROARCO⁵³ no biênio 2000/2001 – IBAMA).

Através do convênio firmado entre o Brasil e os Estados Unidos da América, em 1989, o INPE e o IBAMA passaram a utilizar a imagem do satélite meteorológico da série NOAA. A partir de então, o IBAMA inicia o monitoramento das queimadas e incêndios florestais.

52. *El Niño* é um fenômeno atmosférico-oceânico, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias TSM. (INPE/CPTEC, 2004).

53. PROARCO: Atua no Arco do Desflorestamento, que compreende a extensão territorial deste o nordeste do Estado do Pará, passando pelo sudoeste do Estado do Maranhão, prosseguindo pelo noroeste do Estado de Tocantins, norte do Estado de Mato Grosso, oeste do Estado de Rondônia e até leste do Estado do Acre. Essa região está inserida em uma faixa contínua de aproximadamente 3.000 km de extensão, variando até 600 km de largura, e parte do Estado de Roraima. Nessa região foram identificadas várias áreas com diversificadas tipos de ações antrópicas

Conforme Silva (1998), em 1990, a Coordenadoria Nacional do PREVFOGO⁵⁴, integrada às demais Coordenações Estaduais do Meio Ambiente, começou a catalogar os dados para efeito de quantificação e identificação das queimadas em todo o País.

As informações e dados técnicos têm gerado contribuições relevantes à pesquisa no campo da prevenção, fiscalização, e monitoramento, como também no controle e combate ao desmatamento e uso do fogo no Estado de Mato Grosso, fato exemplificado a seguir (Figura 21).

Na figura abaixo, estão representados os dados de Desmatamento em Mato Grosso para o período de 1996 a 2003

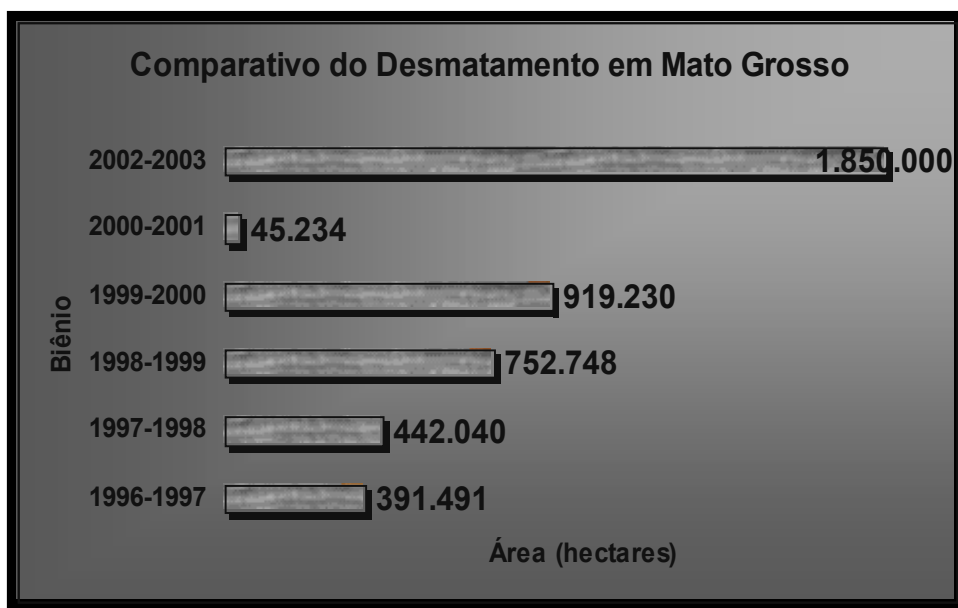


Figura 21 - Gráfico Comparativo de Desmatamento em Mato Grosso-(1996-2003)

Fonte: CSR/IBAMA-2004. <http://www2.ibama.gov.br/desmate/index.htm>

Observa-se que no período de 1996 e 1999 (IBAMA, 2004), foram derrubados aproximadamente 850 mil hectares de floresta, sendo que Mato Grosso contribuiu com 40 % dos focos de incêndios registrados no País, onde o número de incêndios em 1999 correspondeu a mais de 80% na região norte do Estado. De acordo, com a gerência executiva do IBAMA/MT, para o ano de 2004, o desmate durante o biênio 2002/2003, foi de 1,85 milhões de hectares, sendo que 1,3 milhões ilegalmente. (ver Relatório de Avaliação dos Resultados Alcançados em 2004 e Propostas previstas para o ano de 2005/PROARCO/IBAMA/2004).

Em Mato Grosso, a FEMA, considerando a extensão territorial, inicia o monitoramento

54. O Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, foi instituído através do Decreto nº 97635, de 10 de Abril de 1989, com as atribuições de coordenar as ações necessárias à organização, implementação e operacionalização das atividades relacionadas com a educação, pesquisa, prevenção controle e combate aos incêndios florestal.

dos focos de calor em caráter experimental, a partir de 1995, passando a monitorar em caráter definitivo a partir de 1996. Atualmente o monitoramento sistemático dos focos de queimadas abrange também as terras das reservas indígenas e as áreas das unidades de conservação, e passa a obter dados quantitativos que permitem localizar as áreas onde há maiores índices de queimadas.

A aquisição do Sistema de Focos de Calor (SIDFOC), pela FEMA, permitiu o processamento de arquivos digitais contendo de uma a quatro passagens do satélite meteorológico da série NOAA (ascendente), assim obteve-se uma melhor cobertura do imageamento em todo o Brasil. Após o recebimento das imagens do NOAA-12, foi possível identificar em tempo “quase real” onde há ocorrência focos de calor em Mato Grosso. De acordo com Fernandes *et al.*, (1996) esse sistema não é recomendável para a comparação dos dados que antecedem o ano de 2000, porque anteriormente o sistema de detecção de queimadas agregava apenas uma única passagem, o que melhor recobria o Brasil Central e a atual agrega no máximo quatro passagens (ascendente).

Por falta de acesso a essas alternativas tecnológicas para a busca de pontos de queimadas, o Brasil tem trabalhado com as imagens produzidas pela família de satélite NOAA, não exclusivamente voltadas para essa finalidade, e que trabalha sem a indispensável confirmação de campo. Isso tem como resultante dados que freqüentemente dão margem a interpretações incorretas, como reconheceu o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), perante os usuários dos serviços do satélite.

No informativo de 18 de Agosto de 1995, divulgado, por sua própria iniciativa, através da Internet, o INPE reconheceu a dificuldade de separação entre o que seja reflexo de solo exposto, de água e de queimada, “resultando em detecção indevida de queimadas pelo sensor do satélite”. Informa a, ainda, que “alteração feita pelo NOAA na curva de resposta do sensor do canal termal (3.75 microns) do AVHRR, lançado no satélite NOAA-14, prejudicou muito a possibilidade de separação entre o sinal de queimadas e de reflexos”.

O Ministério da Agricultura e Abastecimento, em parceria com a EMBRAPA, realizou uma pesquisa no ano de 2000, onde se decide pela busca de alternativas tecnológicas ao uso do fogo, bem como de campanhas publicitárias e de educação ambiental. Nessa pesquisa, verificou-se que o Estado de Mato Grosso é o Estado onde as queimadas são mais expressivas. Foram identificadas áreas críticas onde o padrão espacial das queimadas aparece de modo difuso, iniciando quase sempre nas fazendas ou em suas proximidades ou ainda em sítios e roças de pequenos agricultores, ou ainda acontecem em localidades próximas às áreas de conservação.

Tanto o cerrado como a floresta amazônica são áreas propensas às queimadas, devido a sua particularidade favorável à incidência do fogo. Pela característica da definição da estação chuvosa, por consequência tem-se o período de estiagem também definido de junho a novembro. Mato Grosso encontra-se dentro desse contexto, sendo, portanto um dos estados brasileiros que mais se queima, como exemplificado na figura 22.

Em 2002, um balanço feito pelo IBAMA confirma o recorde de queimadas e de focos de incêndios. Verifica-se que a partir de julho, os índices mensais sofrem incrementos significativos de novos casos, se comparados aos registrados nos anos anteriores para igual período. Por exemplo, em setembro de 2002, o registro é de 61.991 focos de fogo (mais de 53% em relação a setembro de 2001).

Na figura abaixo, estão registrado os Focos de Calor provenientes dos incêndios florestais em Mato Grosso no período de 1999 a 2004.

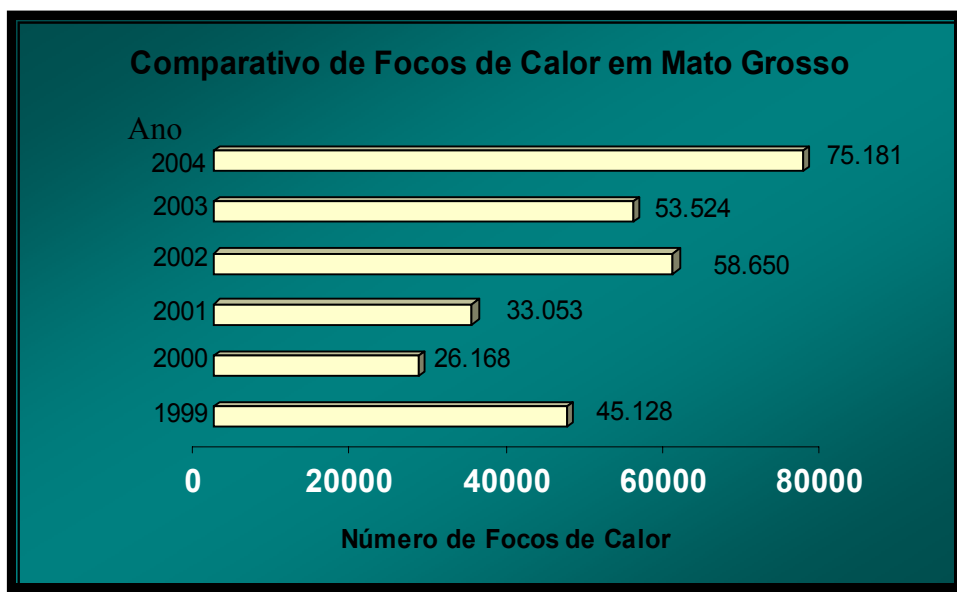


Figura 22 - Gráfico Comparativos de Focos de Calor em Mato Grosso-(1999-2004)

Fonte: MCT/PR-INPE-IBAMA/PREVFOGO/2004

(http://www2.ibama.gov.br/proarco/relatório/comp_mt.jpg)

Entretanto, no ano de 2004, Mato Grosso registrou aproximadamente 75.181 focos de calor. Isso caracteriza um aumento de 35,40% em relação a 2003, quando ocorreram 55.524 focos de calor. Ressalte-se que o número de focos de calor em 2003 sofre uma pequena redução em relação a 2002, quando foram registrados de 58.650 focos. Dessa forma, os números indicam que as queimadas são um dos principais causadores da degradação ambiental, traduzindo uma infinidade de mudanças drásticas ao meio ambiente.

Atualmente os dados de focos de calor são obtidos nas imagens termais dos satélites meteorológicos NOAA quatro vezes ao dia, GOES oito vezes ao dia, e Terra e Aqua duas vezes ao dia, e em seguida integradas a dois sistemas geográficos de informações (SpringWeb-Queimadas e Terralib-Queimadas) podendo ter acesso pela Internet. Estas informações ficam a disposição dos usuários após 20 minutos das passagens dos satélites.(FERREIRA, *et. al.*, 2004)

5.2 Da Cartografia Temática

O conhecimento das limitações e potencialidades da área estudada é fundamental para o planejamento adequado, quando uma área de conservação encontra-se sob forte pressão antrópica. O viés da potencialidade de uso dessa área está diretamente relacionado às características da paisagem e das relações socioeconômicas, entre outras, e por isso, necessita de mais (ou menos), cuidados para sua plena utilização.

Em virtude da existência das séries históricas dos focos de calor produzidos pelo INPE, e da cartografia digital produzida para o Macrozoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães, disponibilizados pela FEMA, com nível de informações compatíveis com os objetivos propostos, associados os fatores financeiros e tempo, buscou-se trabalhar com o Parque Nacional e entorno devido às características apresentadas serem mais problemáticas, para se fazer considerações a respeito.

Os dados selecionados relativos ao Parque Nacional foram estruturados no sistema de informações geográficas, viabilizando a análise espacial através do cruzamento de planos de informações e permitindo avaliação e associação com os fatores de atividades antrópicos, fatores físicos e bióticos em relação ao fogo. Os principais componentes físicos e antrópicos da paisagem foram caracterizados e mapeados em mapas temáticos descritos a seguir.

5.2.1 Incorporação de Dados no SIG

Foram utilizados os focos de calor das áreas que sofreram queimadas recentes, possíveis de detecção por satélite, tanto no interior e na região do entorno e do Parque Nacional. Os dados de focos de calor foram selecionados os da passagem do AVHRR/NOAA-12, gerados pela Divisão de Satélites Ambientais (DSA) do INPE e cedidos pelo Departamento de Geoprocessamento da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso, incidente no entorno e na área do Parque Nacional.

Os focos de calor foram considerados como verdades de campo, em relação à ocorrência de queimadas em vegetação do cerrado, bem como as datas em que foram preenchidas as três condições necessárias para a ocorrência de fogo (condições meteorológicas propícias; disponibilidade de combustível vegetal; existência de fonte de ignição).

A presença de focos de calor na área estudada de 1997 a 2004 é comprovada no Registro de Ocorrências de Incêndios Florestais para a Unidade de Conservação - Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, elaborado pelo Prevfogo/IBAMA/MT, o que caracteriza o uso do fogo associado a atividades antrópicas, fatores físicos e bióticos.

Os dados de Registro de Ocorrência de Incêndios Florestais (1994 a 2002), na área de estudo, identificam a área total do Parque em hectares e a porcentagem da área incendiada em relação à área total em hectares, exceto o entorno. Foram usados dados das coordenadas geográficas dos focos de calor detectados no período de 1997 a 2004.

As distâncias foram geradas com resolução espacial de 2,5 km, compatível com o erro de posicionamento dos focos de queimadas de cerca de 2,0 km. Isso esclarece que a opção por uma resolução maior não resultaria em maior acurácia no posicionamento dos focos nos mapas de distância.

5.2.2 Dos Mapas Temáticos

Para a elaboração dos mapas temáticos os dados e a base digital são oriundos do Macrozoneamento Ambiental da Área da Proteção Ambiental de Chapada dos Guimarães foram cedidos pelo Governo do Estado de Mato Grosso através da FEMA.

Para elaboração do mapa da rede viária, foram editados elementos da malha viária a partir dos arquivos digitais do sistema viário da área do Parque e entorno com a rodovia MT 251 e a estrada secundária que permeiam essa região. Quanto à edição neste trabalho, foram representados todos os limites do Parque e Entorno partindo e interrompendo linhas e retirando toda área adjacente não inclusa. (Figura 39)

Foram editados elementos de estrutura hidrográfica a partir de arquivos digitais, com os cursos d'água da área estudada. Na primeira parte foram realizados trabalhos de edição para recortar os limites dos cursos d'água na região do entorno, retirando toda área exterior adjacente; em seguida foram reconstituídas todas as conexões de linhas interrompidas de cursos d'água que tiveram que de corrigidas.

Foram gerados um zoneamento (“buffer”)⁵⁵ de 10 km em torno do Parque e outro de 2 km em torno de cada foco de calor, para saber a influência natural e antrópica nas proximidades de cada foco de calor. Foi feita sobreposição entre a rede viária e rede hidrográfica para análise da influência antrópicas (rede viária) e natural (rede hidrográfica) dos focos de incêndio.

Para gerar o mapa de Relevos, foi realizada uma classificação, quanto ao relevo, como forma de analisar essa influência sobre os focos de incêndio. (Figura 31). Foi realizada uma classificação quanto à disposição da vegetação que acaba sofrendo maior ou menor influência dos focos de incêndio, e o principal tipo fisionômico da vegetação.

Foi inserida a rede hidrográfica que está diretamente ligada ao tipo de vegetação, já que as suas classificações (permanente ou intermitente) identificam o tipo de vegetação local, bem como as que produzem grande quantidade de material combustível, e possuem contato mais permanente com o homem, e que mais sofrem com as ações de queimadas durante a estação seca. (Figura 28)

Foi gerado um zoneamento (“buffer”) de 10 km em torno do Parque (área de influência), que mostra a estrutura fundiária da área do entorno conforme o cadastro de detentores de imóveis rurais da APA da Chapada dos Guimarães (INTERMAT, 2004) .

Constata-se que na sua maioria a região em estudo está coberta com vegetação original do cerrado e a área de atividades antrópica é caracterizada pelo Complexo Turístico da Salgadeira, malha viária e no entorno pelas edificações existentes nas propriedades rurais e pastagens. (Figura 34)

Utilizou-se uma imagem orbital de satélite landsat etm+ 7 de 1997, como plano de fundo, foi efetuado o georeferenciamento da imagem através da grade de órbitas de satélite, no caso Landsat fornecido pelo INPE, e cedida pela FEMA e, após essa etapa cruzou-se às informações dos focos de incêndios localizados no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e entorno. (Figura 40). Essa carta imagem permite identificar visualmente as zonas onde mais se concentraram os focos de calor, bem como as feições da região no período de 1997 a 2004.

Para a elaboração do mapa de fragilidade, estes foram classificados de acordo com dados da Fundação Estadual do Meio Ambiente, os índices de fragilidade que o Parque Nacional apresenta em sua superfície (Figura 36).

55. Análise de proximidade, também conhecida como operação de buffer ou análise de corredores, que consiste em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, cujos limites externos possuem uma distância fixa x e cujos limites internos são formados pelos limites da expressão geográfica em exame. A análise de proximidade pode ser efetuada de duas formas: simples, quando uma única faixa é definida, e múltipla, quando várias faixas são definidas.

Os índices variam de maior fragilidade 1 até menor fragilidade 5. A classificação é efetuada automaticamente pelo programa, basta informar alguns parâmetros necessários para execução. Nesse caso, observou-se que as zonas que concentram a maioria dos focos de calor são as áreas mais frágeis, onde os indicadores de atividades antrópicas se fazem mais presentes.

Para gerar o mapa de solo elaborou-se uma classificação pedológica de acordo com o tipo de solo encontrado na área estudada. Essa classificação gerou três classes temáticas que são: Aqa, Rd e SCd., cada uma com respectiva descrição de que tipo de composição pedológica é contido. Então se associaram aos focos de incêndio onde se podem obter várias análises (Figura 30), pois o tipo de vegetação do cerrado possui estreita ligação com os tipos de solo e relacionadas com as transferências de nutrientes.

De certa forma, o fogo transferiria nutrientes do estrato lenhoso para o herbáceo, beneficiando-o, além de que a névoa seca que escurece os céus dessa região, na época das queimadas, é uma demonstração visível dessa enorme perda de nutrientes.

De acordo com os dados do Macrozoneamento Ambiental, a distribuição da geologia do Parque Nacional e entorno foi elaborada através de índices referentes a determinadas formações particulares. Então se verificou qual destas formações estratigráficas estava presentes na área do Parque e entorno.

Foi classificada a geologia e gerou 12 classes temáticas resultantes da formação geológica local, onde os tipos de solos estão relacionados a uma seqüência de unidades litoestratigráficas, de origem metasedimentar e sedimentar, que evidenciam episódios deposicionais de rochas de idades relacionadas do pré-cambriano superior (grupo Cuiabá), coberturas detrito-lateríticas (terciário) e aluviões (quartenário), e indicam o tipo de solo encontrado na área estudada e conseqüentemente o tipo fisionômico da vegetação. As classes foram geradas automaticamente pelo software, bastando o operador a atribuir alguns procedimentos necessários para tal geração. (Figura 32)

Na elaboração do mapa hidrográfico efetuou-se uma classificação da rede hidrográfica dividida em duas classes: os rios perenes e os rios intermitentes, escolhidos de acordo com normas cartográficas distintas tonalidades de azul, cor representativa para corpos de água para as duas classes criadas a partir dos dados existentes. (Figura 35).

A drenagem na área estudada é variável, podendo ser dendrítica a subdentrítica, possuindo um grau médio de integração, densidade média, alto grau de uniformidades orientadas, alto grau de controle, média angulosidade com ângulos de confluências na maioria agudos. Constata-se que há diversos focos de calor nas proximidades dos cursos d'água,

desrespeitando a legislação e ocasionando graves problemas de incêndios provocados provavelmente por atividades de lazer dos usuários do Parque e do entorno.

Essas faixas marginais mínimas de preservação ao longo das margens dos cursos d'água, foram criadas para proteger os ecossistemas naturais ali encontrados, servir como faixa de migração e criar um microclima agradável, muito apreciado pela mastofauna e pelas comunidades humanas usuárias do Parque Nacional.

Para gerar o mapa da rede viária foi efetuado um Buffer de 2 km em torno das principais vias de acesso (MT- 251 e as vias secundária) ao Parque Nacional da Chapada dos Guimarães. Também se inseriu a área do complexo turístico encontrado dentro dos limites do Parque. (Figura 37). A malha viária é um forte indicador de atividade antrópicas no interior do Parque e no seu entorno, o que permite o livre deslocamento das pessoas por toda a área estudada sem restrição de acesso.

5.3. Análise dos Focos de Calor na Área de Estudo

A imprensa no Estado de Mato Grosso vem constantemente divulgando alertas para os riscos de uma severa temporada de queimadas. Conforme reportagem publicada pelo Jornal Diário de Cuiabá (MT), ao longo do mês agosto de 2003, o número de focos de calor em julho superou 102% se comparados ao mesmo período de 2002.

Foram 11,6 mil registros, dos quais 4,1 mil, entre os dias 15 e 31, quando iniciou-se a proibição nos meses de julho a setembro de todo e qualquer tipo de queimada no Estado de Mato Grosso, monitorada pelos órgãos ambientais.

O Estado de Mato Grosso é o líder no número de focos de queimadas sendo é observado um número maior de focos na região Norte, devido à intensa atividade antrópica. Com os dados da FEMA, IBAMA e INPE, foram possíveis fazer um levantamento dos focos de queimadas nos municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães, onde se localiza a área estudada.

As figuras abaixo discriminam o número de focos de queimadas nos municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães, no período de maio a dezembro dos anos de 2001 a 2003, onde está localizada a área estudada. Esse período foi escolhido, porque coincide com o período da estiagem nessa região.

Pode-se observar, através dos dados contidos nas figuras 23, 24 e 25, que os focos de calor passam a ter um incremento considerável, a partir do mês de julho dos anos de 2001 a

2002, e em 2003 a partir de junho, que é o período da estiagem. A partir de dezembro, porém observa-se que com o início do período chuvoso, o número dos focos de calor cai sensivelmente.

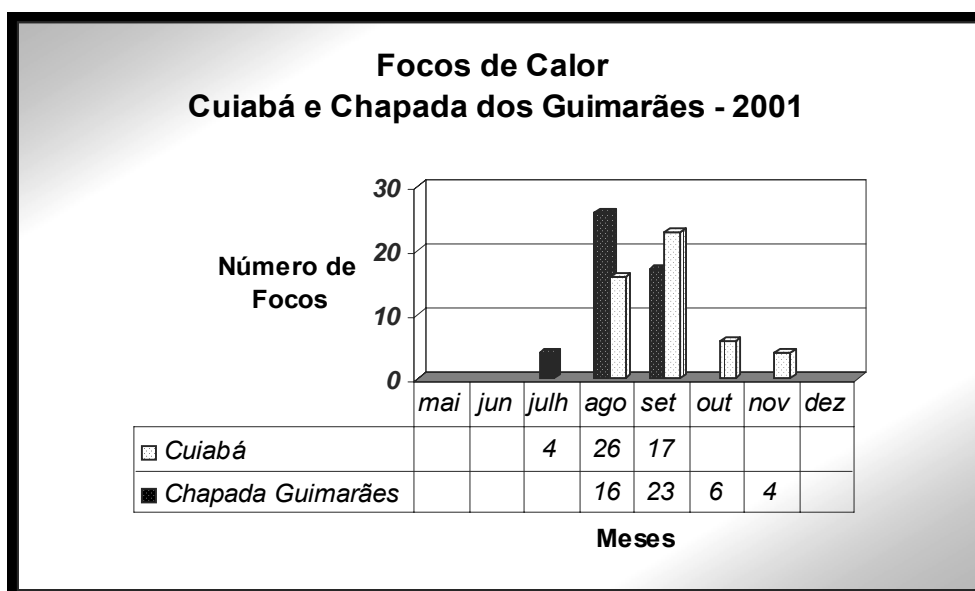


Figura 23: Gráfico de Focos de Calor em Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2001

Fonte: CPTEC/INPE (2004)

Para o ano de 2001, os meses de agosto e setembro são os de maior incidência de focos de queimadas. Desses focos no município de Cuiabá, a maioria estava centrada na parte nordeste do município, divisa com o município da Chapada dos Guimarães, enquanto que os focos no município de Chapada dos Guimarães centraram na parte sudoeste, em sua maioria.

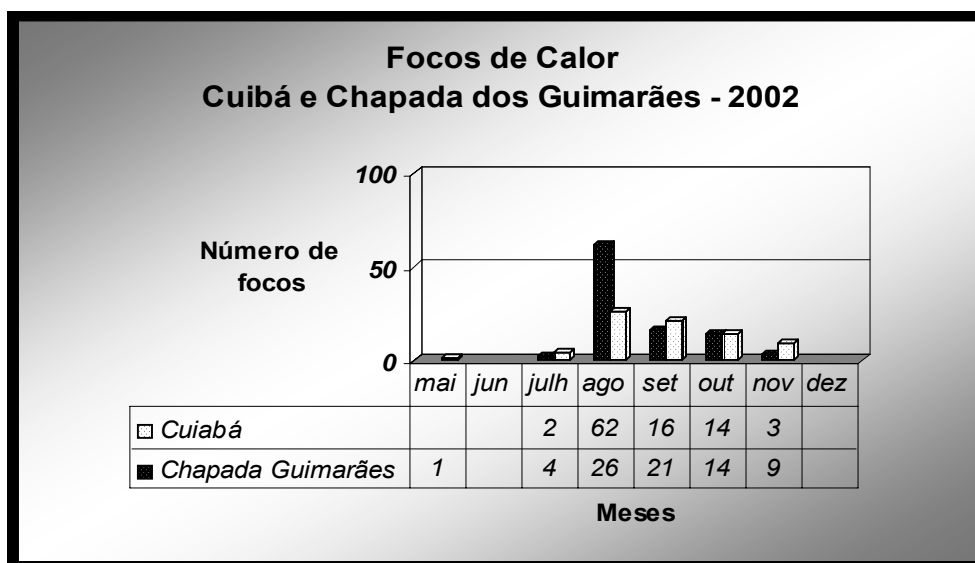


Figura 24: Gráfico de Focos de Calor em Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2002

Fonte: CPTEC/INPE (2004)

No ano de 2002, os focos de calor também foram mais intensos no mês de agosto, com maior incidência na divisa da Chapada dos Guimarães. O ano de 2003 teve um maior número de focos dos três anos monitorados, sendo mês o de setembro o que mais queimou. O período de monitoramento feito via satélite dos focos de calor acusam períodos de redução dos focos, e, em outro momento, com forte incremento de focos de calor.

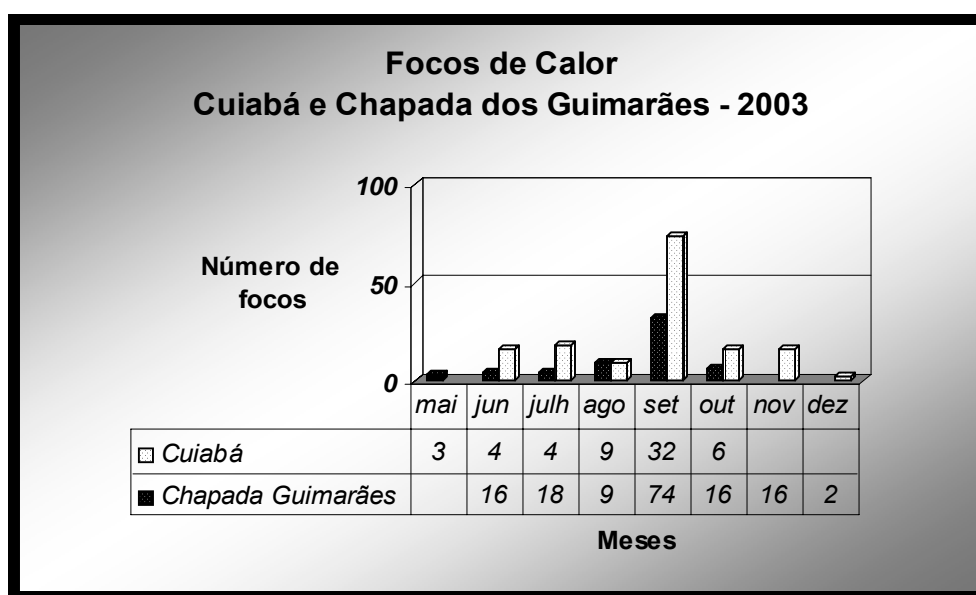


Figura 25: Gráfico de Focos de Calor: Cuiabá e Chapada dos Guimarães - 2003

Fonte: CPTEC/INPE (2004)

Esses dados foram agora melhor monitorados, devido à maior intensificação das instituições públicas nessa atividade, pelas críticas severas que vêm sendo realizadas aos descasos anteriores do Estado, feitas por pressão dos movimentos populares, pela mídia, ONG's e outros setores da sociedade civil organizada.

No Parque Nacional, área de interesse para este estudo, os incêndios anuais que ali ocorrem são decorrentes de vários fatores que propiciam sua eclosão, tais como, fatores climáticos, cobertura vegetal e topográfica aliados à intervenção de natureza humana. Estudos realizados nessa área mostram que esses incêndios não causam danos significativos em árvores de grande porte, mas a vegetação rasteira e as plantas jovens são atingidas com maior severidade

A figura a seguir apresenta uma série histórica dos focos de calor no Parque Nacional e entorno no período 1997 a 2004 e da Área Incendiada para o período de 1994 a 2002

A figura 26 mostra os focos de calor de 1997 a 2004 registrados pelo DEGEO/FEMA/INPE, na área de estudo. É perceptível a alternância de variações de focos de ano para ano, variável que depende da intensidade, duração e frequência dos incêndios.

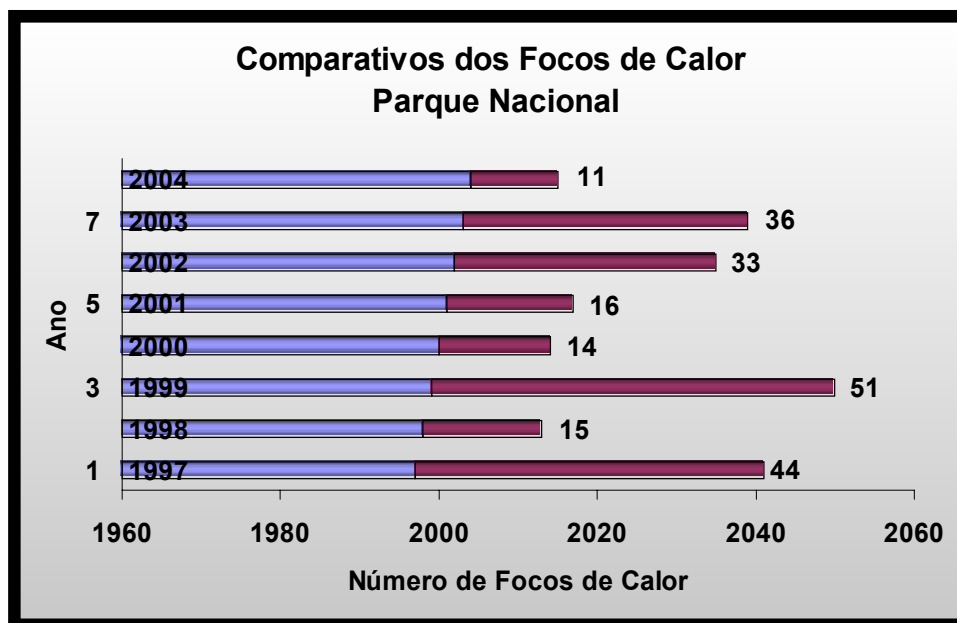


Figura 26: Gráfico de Focos de Calor no Parque Nacional e Entorno (1997- 2004)

Fonte: DEGEO/FEMA/MT (2004)

A figura 27 mostra a quantidade de hectares queimados e sua percentagem de áreas queimadas em relação à área total do Parque no período de 1994 a 2002, registrados através do Registro de Ocorrência de Incêndios Florestais pelo PREVFOGO/IBAMA/MT/2004.

O cruzamento dessas informações permite verificar uma alternância ocorrida no período considerado, com momentos de destruições significativas de áreas que foram afetadas pela ação do fogo. O período de monitoramento feito via satélite dos focos de calor coincidem com os registros de ocorrências e acusam períodos de redução e com incremento desse tipo de desastre.

Observa-se que em 1998 a área incendiada no Parque é de 9,5 hectares e equivale a 0,0028% da área total do Parque de 33.000 hectares. Obteve-se esse resultado após a severidade dos incêndios nessa região, no ano anterior que destruíram 80% da área total do Parque. O resultado obtido no ano de 1998 ocorreu através do esforço das instituições públicas, através das ações de parcerias entre a FEMA, Corpo de Bombeiros, IBAMA e Defesa Civil.

Nota-se que no ano de 1999 a área, já recuperada por dois anos consecutivos sem incêndios volta a registrar 51,51% de ocorrência da área total do Parque afetada por incêndios, aliada à inadvertência do gestor público por não priorizar ações preventivas. Essa inadvertência, que se traduz por perdas ao meio ambiente e a sociedade em geral, apresentada por essas

ocorrências, comprometem de modo significativo a execução dos objetivos da gestão territorial das unidades de conservação e de suas áreas de influência. Demonstra que em um primeiro momento essa região vem recebendo algumas medidas de prevenção em relação ao cuidado e conservação de seu ecossistema.

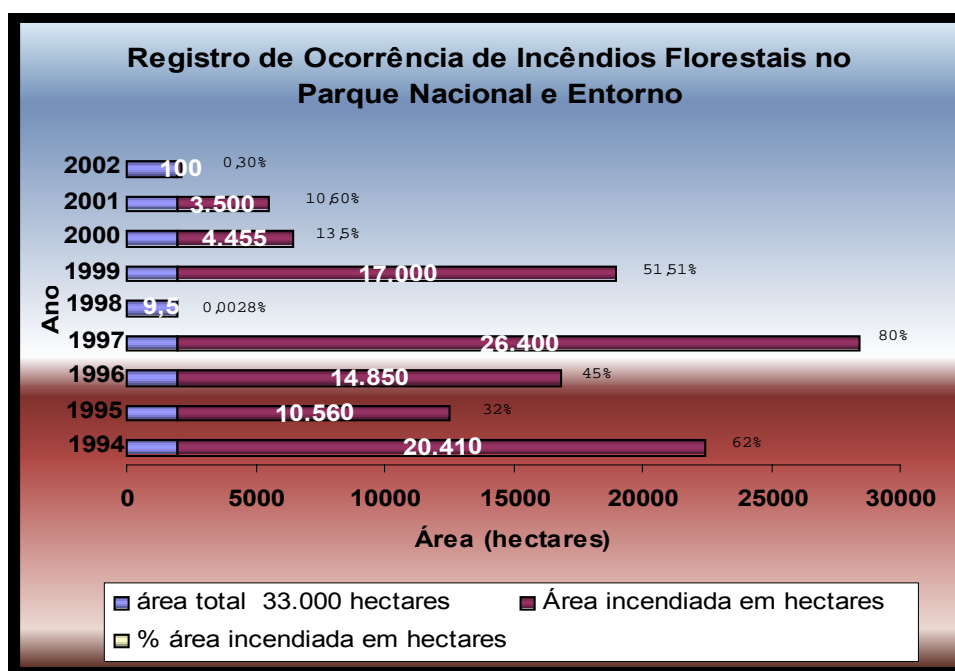


Figura 27: Gráfico de Registro de Ocorrência de Incêndios Florestais no Parque Nacional (1994 - 2002)
 Fonte; PREVFOGO/IBAMA/MT/2004

Analisando as ocorrências de incêndio por ano, expressadas pelos focos de calor, observa-se que os incêndios ocorreram com mais frequência nos anos de 1994, 1996, 1997 e 1999. Isso é reforçado pela análise da área queimada que também tem se reduzido em certo momento e com forte incremento em outro. Vários fatores podem ser associados a essa situação, tais como, condições meteorológicas e modificações no uso do solo no entorno do Parque Nacional, onde se observa a incidência de focos de calor, que podem utilizar o fogo como ferramenta de manejo ou não.

Ressalte-se que na análise dos impactos ambientais provocados pelos incêndios florestais estão envolvidos diversos fatores que possuem variação espacial e temporal. O uso do SIG como ferramenta traz um significativo auxílio na representação espacial e no processamento desses dados. O método apresentado teve por fim estabelecer um procedimento para ser executado como primeiro passo dentro da avaliação dos impactos causados pelos focos de calor, identificando espacialmente as áreas com maiores riscos (ameaça e vulnerabilidade) de incêndios

e alguns aspectos da sua aplicação produzindo, com isto, uma visão espacial de situação da área considerada.

Dessa forma, através do cruzamento do plano de informações contidos no mapa de vegetação da área de estudada (Figura 28) com a sobreposição da série histórica dos focos de calor, identificaram-se zonas de maior incidência em os incêndios florestais. Nessa classe, a cobertura vegetal da área estudada está representada pelo cerrado, com incursões de campo cerrado, campo sujo, campo limpo, cerradão, matas e áreas desmatadas, com estratos arbustivos com as árvores de porte variável, entre 2 a 30 metros de altura bem espaçados, e outros estratos arbustivos herbácea com predominância de gramíneas, abundantes em solo pobres e secos.

A vegetação campo cerrado (fitofisionomia intermediária entre o cerrado e o campo sujo) associado a uma longa cobertura graminosas lenhosa, é que são atacados pelo fogo todos os anos. Apresenta fenologia marcadamente sazonal e a ocorrência de queimadas é comum em todas as formas de cerrado, especialmente naquelas em que o estrato de gramíneas é abundante.

Apesar das áreas ocupadas por matas de galeria, ciliar e por veredas serem significativas, a sua preservação, além de estar previstas em lei, é de grande importância para a manutenção do microclima local e da mastofauna.

De uma maneira geral, as áreas de vegetação nativa apontam para a necessidade de ações controladoras que impeçam sua devastação por processos de ocupação e uso do solo e por ações indiscriminadas e que degradam a paisagem. Com relação às variações fitofisionômicas, também estão relacionadas com a capacidade de retenção de água dos solos, cujas condições de drenagem variam bastante, desde mal a excessivamente drenadas e com a fertilidade do solo.

De posse dessas informações, observa-se que o cerrado ralo e o cerrado aparecem em condições de fertilidade intermediárias do solo; o cerradão geralmente é encontrado em solos de melhores qualidades, e o campo sujo, normalmente em solos ácidos, com poucas matérias orgânicas e pobres em nutrientes.

A maioria dos focos de calor ocorre onde existem vegetações de campo sujo e limpo com um estrato de gramíneas, devido à alta carga de combustível seco, com locais de acesso à circulação de comunidades humanas (Figura 37).

No caso de campos sujos, estão espalhados com irregularidades e ocorrem quase em meio à vegetação dos cerrados, com limites imprecisos, associados de maneira esparsa a uma cobertura de gramínea, e referem-se aos solos com superfícies duras, argilosas e aos cascalhos quartzosas, solos ferruginosos e areias soltas (solos mais pobres).

Na região estudada, verifica-se que as áreas de campo limpo são encontradas em diversas posições topográficas, com variações no grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Localizam-se nas encostas, nas chapadas, próximos as nascentes e na beira de mata de galeria. Quando ocorrem em áreas planas contíguas aos rios e inundadas denomina-se de várzea.

As matas de galeria e ciliar sempre acompanham os vale dos rios e córregos (fundos de vale) e correspondem aos resultados da elevação da taxa hídrica nos vales por efeito do acúmulo de água por gravidade, resultando daí um microclima favorável ao seu desenvolvimento e muito procurado pelas comunidades humanas usuárias dessa região.

Os topos de morros pelados apresentam esse tipo de vegetação na área estudada e estão também representados diversos tipos de fitofisionomias mais encontradas, geralmente na região em que predomina o cerrado. Salienta-se que esse tipo de cobertura é consumido pelo fogo, fenômeno que se repete todo o ano, pois esta cobertura graminosa é geralmente densa, alta e seca na estação seca. Na área do entorno e no próprio interior do Parque, existem áreas onde a vegetação nativa foi retirada para a formação de pastagens e para áreas de cultivo.

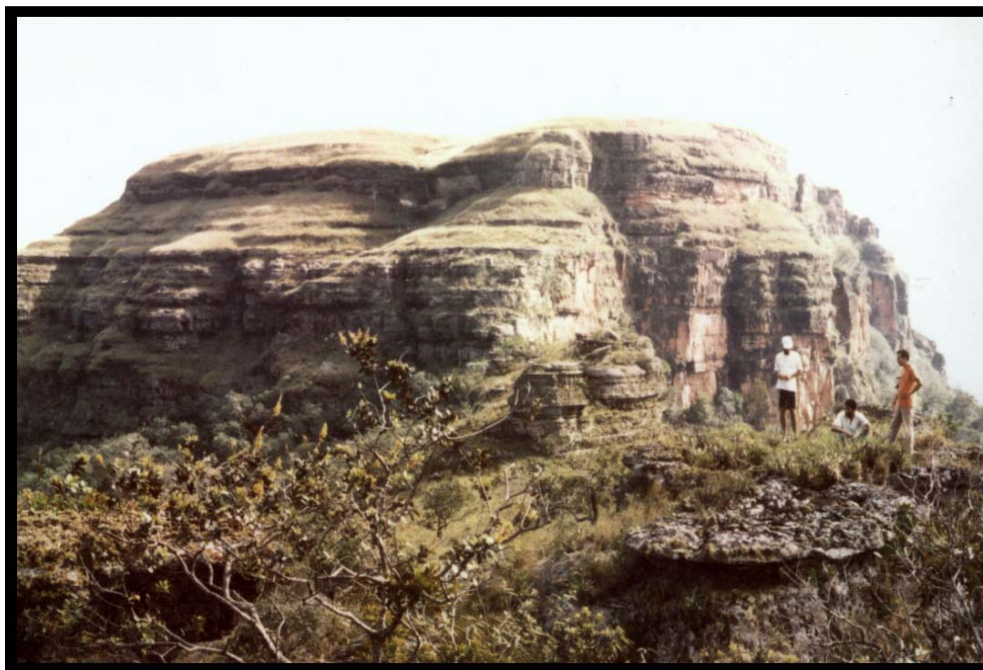


Figura 29-Vista panorâmica do Morro de São Jerônimo Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

Fonte: Acervo Prof. Dr. Deocleciano Bittencourt Rosa - Dpto. Geografia/UFMT - 2004

O ambiente da paisagem do cerrado está em constante mudança na região estudada; as condições da cobertura vegetal e material combustível são menos variáveis no tempo do que as condições meteorológicas, mas fazem com que esses mapas sejam atualizados periodicamente

para permanecerem confiáveis. Todas as diferentes composições da vegetação devem ser estudadas com relação a inflamabilidade da vegetação para o período de estiagem.

Apesar da importância da quantidade de material combustível para o desenvolvimento e sustentação de incêndios no Brasil, existem poucos trabalhos que tratam da quantificação do material combustível acumulado em formações de vegetação nativa. É importante salientar que para as condições da região tropical não existem modelos de material combustível para descrever a inflamabilidade das formações vegetais ocorrentes.

O cruzamento dos planos de informações das características dos mapas de solo, de relevo e geológico (Figura 30, 31, 32), com a sobreposição das séries históricas dos focos de calor, possibilitou o conhecimento das características e das condições físicas da área de estudo que, juntamente com os dados da estrutura fundiária, da vegetação e hidrografia, constituem a base para a elaboração do planejamento da gestão territorial e sua importância para a definição das estratégias de monitoramento de recursos naturais.

Ambas as unidades do meio físico podem ser diretamente observáveis no campo ou em produtos como imagens de satélites ou fotos aéreas, uma vez que foi gerada através de sobreposição de diferentes mapas temáticos. Ressalte-se que separam faixas no terreno biofisicamente homogêneas, e podem ser georreferenciadas por algum sistema cartográfico dentro do SIG, de forma a permitir a integração com os referidos ou com temas gerados dos mesmos.

Nas figuras 30, 31 e 32 são mostradas, respectivamente, a distribuição espacial e as zonas em que os focos de calor são coincidentes; apresentam uma série de restrições que apontam para a necessidade de ações controladoras, que impeçam o avanço dos processos erosivos, degradadores e que disciplinem as atividades produtivas na região do entorno, bem como o acesso de turistas ao interior do Parque.

O relevo sempre foi notado pelo homem no conjunto de componentes da natureza pela sua beleza, imponência ou forma, no sentido de lhe conferir grande importância no seu dia-a-dia, como assentar moradias, estabelecer melhores caminhos, localizar seus cultivos, definir limites dos seus domínios, e também de suas áreas de lazer.

As belezas plásticas dos relevos associados à geomorfologia constituem os pisos sobre os quais se fixam as populações humanas e são desenvolvidas suas atividades de produção, lazer, cultura, derivando daí os valores econômicos, sociais e culturais que lhe são atribuídos pelas comunidades humanas usuárias dessa região.

Em função das características de solo, relevo e geologia e dos processos que sobre eles atuam, o relevo oferece às populações tipo e níveis de benefícios ou riscos (ameaça e vulnerabilidade) dos mais variados, sendo possível explicitar os possíveis desastres ou impactos ambientais que serão decorrentes da ocupação humana, traduzidos nesse caso, pela distribuição espaço-temporal dos focos de calor.

O relevo da região é caracterizado como suave ondulado, que pode ser observado a partir da pequena amplitude de variação da altitude na região 300 a 800 metros, representado na figura 33. A altitude esta não foi considerada neste estudo, pois a influência da modificação climática sobre o conteúdo de umidade do combustível pode ser observada em 3 intervalos distintos: 600 a 825 metros; 825 a 1.160 metros e 1.160 a 1.680 metros e a área de estudo se encontram entre os limites da primeira classe (FURMAN, 1978).

A topografia é um fator a ser considerado no comportamento dos incêndios florestais, onde a declividade é um fator importante na propagação, pois contribui para o pré-aquecimento dos materiais combustíveis, e quando associadas à direção predominante em relação à orientação das encostas pode haver um incremento na taxa e propagação dos focos de calor. Essa situação se traduz pelos horários em que as encostas recebem energia solar corresponderem ao período mais quente do dia. Nessas faces os materiais combustíveis provavelmente permanecem mais secos.

A declividade é um fator de grande importância na propagação do fogo, pois contribui para o preaquecimento dos materiais combustíveis, e pode indicar a taxa e a direção de propagação do fogo, nessa região, que pode ser afetada pela inclinação da encosta do terreno (SOUZA, *et al.*, 2000).(Figura 19). Por outro lado, como as altitudes na região são pouco pronunciadas, é possível que a taxa de energia solar seja distribuída de forma mais uniforme entre todas as encostas, o que pode contribuir para a uniformidade climática na região.

Para o conhecimento das ameaças e vulnerabilidades a que esta sujeita área estudada em relação aos focos de calor, deve-se ainda considerar o risco proveniente dos ventos predominantes na região e as características da umidade relativa e temperatura média do ar, principalmente na direção das encostas que sofrem com frequência a ação de ventos com características mais secas e indicam as direções prováveis de propagação dos incêndios florestais.

Enquanto as orientações das encostas indicam indiretamente o conteúdo de umidade do material combustível, afetando também a taxa de propagação dos incêndios, os ventos predominantes indicam as direções de maior probabilidade de propagação bem, como sugerem

diferenças de conteúdo de umidade entre os materiais combustíveis influenciando também a velocidade de propagação do fogo.

As condições meteorológicas da estação chuvosa na região propiciam o crescimento de fita massa combustível, e no período da estiagem secam a maior parte desse material, formado principalmente por gramíneas. As condições meteorológicas não provocam uma ignição, mas regulam a possibilidade de um agente causal iniciar um incêndio, quando altos valores de temperatura do ar são combinados com baixos valores de umidade relativa. Deve-se observar que existem muitos agentes de ignição que transitam no Parque Nacional e entorno.

A presença humana caracteriza a probabilidade de ignição, a cobertura vegetal e a quantidade de material combustível indicam as características de inflamabilidade e potencial de intensidade do fogo respectivamente; a declividade está associada à velocidade e direção de propagação dos incêndios.



Figura 33 Vista panorâmica Focos de Calor. Parque Nacional da Chapada dos Guimarães
Fonte: Jornal Diário de Cuiabá, 2004.

O cruzamento dos planos de informação do mapa da estrutura fundiária com a série histórica dos focos de calor permite verificar que há uma coincidência dos focos de calor em determinadas zonas e que sua eclosão provavelmente é de origem antrópica, devido a sua proximidade com a área de produção e manejo de pastagens associadas à malha viária existente no local. (Figura 34)

A estrutura fundiária na área do Parque e entorno não foi ainda resolvida, o que permite o desmatamento e manejo de pastagens com o uso do fogo para sua limpeza, aliada à forte pressão imobiliária por novas áreas associadas à expansão da malha viária e do aglomerado urbano de Cuiabá.

Nota-se que a ocupação humana no entorno do Parque associada aos fatores descritos no parágrafo anterior fazem com que a massa contínua da área com biota natural se transforme em paisagem cada vez mais fragmentada, composta no caso do parque de ilha inserida numa matriz de ecossistema antropizado.

De acordo com essas informações, os riscos de queimadas, a que está exposta a área estudada, decorrem principalmente de conflitos em torno da ocupação do território urbano/rural e de seu planejamento. Ressaltam-se, ainda, outros aspectos responsáveis pela incidência de focos de calor, pela ocorrência de infra-estrutura funcional, a reorganização sócio-econômica e cultural na região, a preservação do patrimônio histórico e natural, a melhoria da qualidade de vida, e o foco da educação ambiental direcionada aos diversos atores que compõem o público alvo, entre outras.

Através do cruzamento do plano de informações das características hidrográficas da região e da sobreposição das séries históricas dos focos de calor (Figura 35), pode-se constatar a existência de incêndios florestais nas proximidades dos cursos d'água, provavelmente de origem antrópica. Esse monitoramento é de extrema importância para o planejamento e a gestão dos incêndios na área do Parque. O resultado do monitoramento apresenta resultado negativo, que representa a ausência de um controle do gestor público com relação à unidade de conservação.

Desse modo, quando o cruzamento dos planos de informações das características do mapa de fragilidade da área estudada, com a sobreposição da série e histórico dos focos de calor (Figura 36), identifica as áreas em que foi maior a incidência dos focos e as características do tipo fitofisionômicos da vegetação e do meio físico. De posse dessas informações, o gestor poderá identificar quais as zonas que mais sofrem com as ações das queimadas e as conseqüências ao meio físico (do aspecto geológico, tipo de solo e relevo, etc.) e que apontam para a necessidade de manutenção por parte do poder público para que impeçam os processos destrutivos do cerrado e da paisagem.

Portanto, quando do cruzamento dos planos de informações das características do mapa da rede viária com a sobreposição dos focos de calor, estes mostram que as incidências dos focos foram em áreas próximas às malhas viárias ocorrendo até dois quilômetros de distância deste

indicador de ação antrópicas. Conclui-se que as áreas de vegetação inseridas nas zonas próximas a esse indicador são as mais suscetíveis à ação do fogo.

Nas perspectivas de políticas públicas de prevenção de queimadas, é vantajoso utilizar o parâmetro distância (proximidade) do foco de calor, pois esses abrangem menos áreas resultando em um menor deslocamento de pessoal e equipamento para supressão do fogo. E o aumento da densidade da malha viária obtido com a inclusão de estradas vicinais ou secundárias deve ser analisado quanto aos efeitos nos resultados desse indicador.

Nota-se que de acordo com os mapas temáticos tais focos de calor ocorrem dentro de um padrão espaço-temporal facilmente identificado, em determinadas zonas, sempre associados a indicadores de atividades antrópica e a fatores relacionados a características do solo, relevo, geologia e hidrografia juntamente com a cobertura vegetal local.

Nos mapas temáticos estão representadas as zonas onde os focos de calor se concentram e observa-se que a distribuição obedece a certo padrão espaço-temporal, e estão em contato parcial entre o entorno e o Parque Nacional.

Avaliando as características ambientais da área de estudo atingida pelos incêndios florestais e verificada pela série histórica dos focos de calor (associados à presença humana, cobertura vegetal, relevo, fragilidade), observou-se que esses focos de calor ocorrem em condições ambientais semelhantes entre si, no mesmo período, o que permite identificar a definição de tendências de comportamento difíceis de se observação. Mas Vega e Garcia *et al.*, (1995) estudando a probabilidade diária de ocorrência de incêndios causados por fatores antrópicos, relatam a dificuldade na aquisição de dados, devido às amostras serem randômicas e raras.

As variáveis aqui relacionadas (vegetação, relevo, solo, geologia, hidrografia, malha viária, e fragilidade) afetam o risco de incêndios em graus diferentes, verificados nas zonas que ocorreram este desastre (focos de calor). O termo zona utilizado refere-se a uma área delimitada em função do potencial de ocorrência e propagação do fogo, identificado através de características ambientais comuns que se traduzem em um mesmo potencial de risco (ameaça e vulnerabilidade) do ecossistema.

As zonas de maior concentração desses focos geralmente são áreas ocupadas por pequenas propriedades rurais com seu dinamismo econômico, as margens da área de influência das estradas, rodovias e áreas de lazer. A frequência com que os incêndios ocorrem é maior em locais próximos de acampamentos, margem de rodovia e estrada secundária, proximidades de áreas agrícolas e pastagens, bem como as margens dos rios e de atividades turísticas De acordo

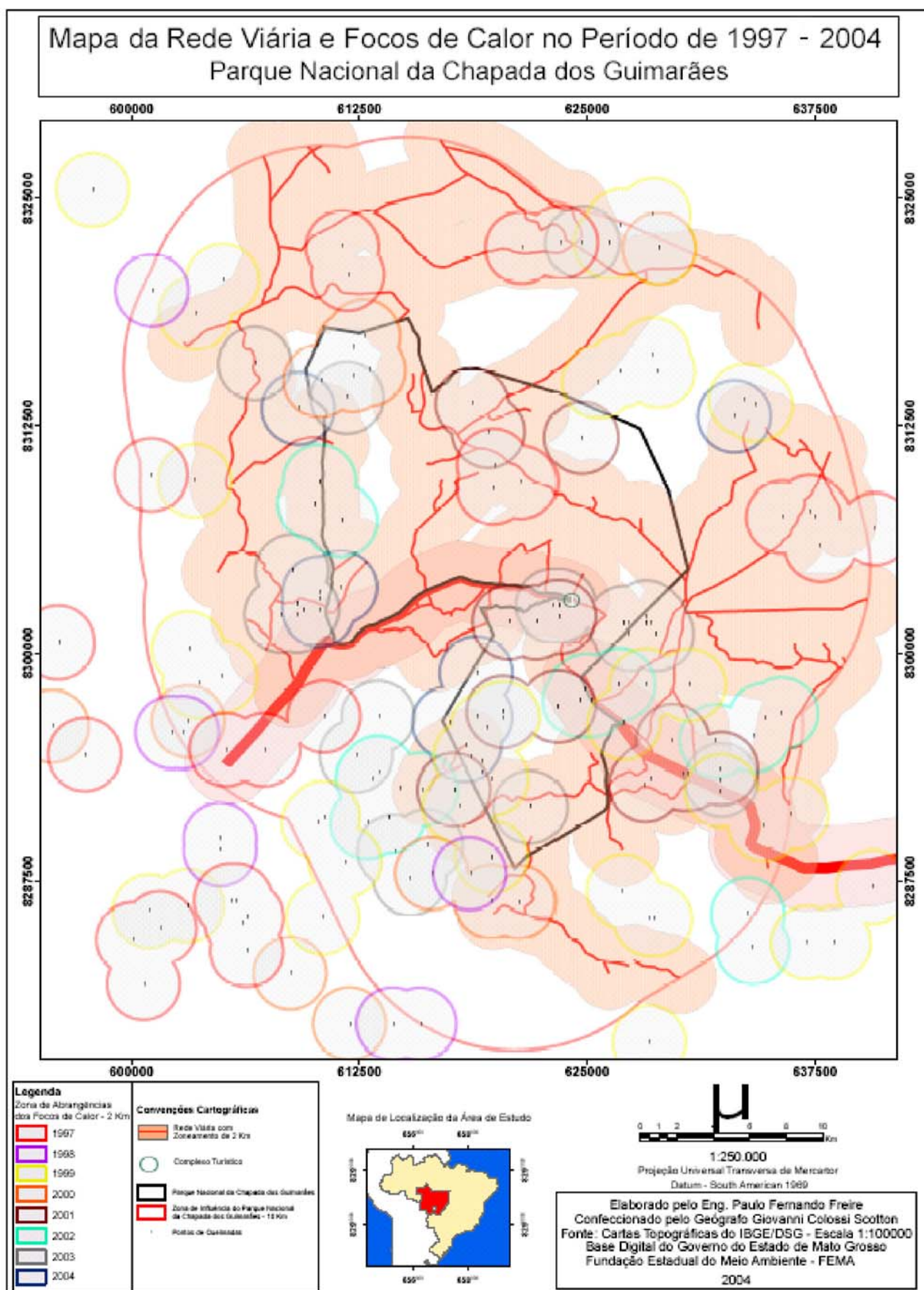


Figura 37 – Mapa Rede viária e focos de calor (1997-2004)- Parque Nacional da Chapada dos Guimarães

com Brown & Davis (1973), normalmente 80% das ocorrências se encontram em áreas de risco (ameaça e vulnerabilidade), enquanto 20% estão distribuídos em outras áreas.

Dessa forma, o estudo das variáveis relacionadas à atividade humana é cercado de grande subjetividade. Enquanto alguns autores (SOARES, 1985), julgam que os rios são uma fonte de ignição, outros consideram que os rios não são uma fonte de ignição, outros consideram os rios como fator de diminuição do risco, pois quanto mais próximo às margens, maior a influência da umidade sobre o tipo de vegetação ocorrente (SOUZA *et al.*, 2000). O mesmo acontece com as estradas, que podem ser consideradas com o impedimento à passagem do fogo (aceiros) e ao mesmo tempo fonte de ignição devido à circulação humana (FERRAZ & VETTORAZZI, 1998).

Observa-se que a existência da fonte de ignição está relacionada com a decisão humana de onde, quando e porque queimar a vegetação, a qual depende ainda de vários fatores, tais como ambiental, econômico, cultural, político e de foro íntimo. O comportamento humano está associado ainda a indicadores de ação antrópicas, que podem estar relacionados ao uso da terra, infra-estrutura funcional, áreas urbanas, densidade populacional, acessibilidade ou por desvio de conduta. A ação humana é a principal fonte de ignição para iniciar o fogo.

Os padrões de ocorrência de incêndio causados pelos homens podem mudar freqüentemente, e as condições de probabilidade e dimensões de área queimada também mudam no tempo. As análises dos focos de calor associadas às áreas queimadas nessa região indicam que quase todos ocorreram devido à ação humana, próximo de estradas secundárias e da MT-251 (acesso aos rios da região), bem como e nas propriedades rurais do entorno. Entretanto, observam-se a existência de áreas que pouco vulneráveis ao fogo, tais como os vales que possuem matas de galeria e ciliares, próximos aos pequenos riachos, que no período da estiagem também sofrem com os incêndios florestais. (Figura 38)

Os valores observados na série histórica dos focos de calor, quando sobrepostos nos mapas temáticos e nos registros de áreas queimadas, estão associados à distribuição e o comportamento observado. A cobertura vegetal atingida na maioria dos casos corresponde a áreas ocupadas pelo Complexo de Lazer da Salgadeira, malha viária principal e secundária e pelos rios internos do Parque e das pequenas propriedades do entorno. A presença humana é observada na maioria dos casos, pois quase todas as áreas (de fácil acesso) atingidas tinham contato parcial com o entorno e com o Parque.

Com relação à presença humana no interior do Parque, observa-se que os trechos de rios internos do Parque e entorno, em um primeiro momento, oferecem risco de incêndio porque suas margens geralmente são utilizadas para recreação, apesar de locais específicos para tais

atividades, associadas ainda a forte pressão humana no Complexo Turístico da Salgadeira localizada no centro do Parque Nacional.

A associação dos mapas temáticos com a localização geográfica dos focos de calor permite auxiliar na previsão de onde e quando o fogo pela ação humana poderá ocorrer, pois indicariam locais e períodos com as condições necessárias para a ocorrência de fogo em função do padrão de distribuição espaço-temporal das queimadas.



Figura 38- Focos de incêndios na Rodovia MT 251, Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

Fonte: Jornal Diário de Cuiabá - 2004

A maioria dos incêndios registrados no PARNA deve-se à ação humana (podendo ser atos de incendiários), que segundo Salas & Chuvieco (1994) não têm um padrão reconhecido de atuação, embora as demais ocorrências devido à ação humana já tenham padrões bastante estudados.

O fogo também está presente em muitas atividades culturais dos usuários do Parque Nacional e entorno. Com relação ao Complexo Turístico da Salgadeira, chácaras de recreação e estradas, que assim outras aglomerações humanas, o risco se deve à alta circulação humana que pode originar incêndios por vários motivos, desde os incêndios acidentais (de cunho religioso, fogueiras para churrasco, limpeza de pastagem, prática de coleta de frutos, fumantes) até os incêndios propositais (incendiários).

Todos os modelos utilizados no ambiente SIG devem ser testados; entretanto essa leitura realizada pelos sensores orbitais do INPE e nos registros de ocorrências realizados pelo PREVFOGO/IBAMA/MT, deve ser validada através do mapa de risco da região estudada.

Dessa forma, seriam observadas as áreas que historicamente sofrem agressões na mesma região, pois se concentra em maior quantidade nas zonas de maior risco como observam Chuvieco & Congalton (1989). Essa comparação validaria e indicaria a sensibilidade dos dados aplicados e os dados não utilizados para a criação do modelo estudado.

Outra vantagem da implantação deste SIG, quando desenvolvido com o objetivo de estruturar informações necessárias à gestão dos incêndios na área de estudo, é a de possibilitar ao órgão público, a versatilidade na manipulação dos dados existentes (série históricas dos focos de calor, cartografia digital existentes no Macrozoneamento Ambiental do APA, entre outros), operação do sistema sobre plataformas de baixo custo, como os computadores pessoais, e a relativa simplicidade de operação do sistema com recursos computacionais e de programas mais acessíveis para operar a baixo custo.

As limitações a serem consideradas é a inexistência do registro das áreas queimadas com exatidão, pois os dados utilizados para caracterizar cada setor atingido correspondem ao valor predominante. Além disso, existem dificuldades para estimar o risco humano e o perigo de incêndio por falta de dados sobre os incêndios e pela falta de informações sobre a localização dos pontos de início dos mesmos.

Os resultados, ainda não são ideais, mas apontam o caminho certo para a diminuição do problema das queimadas. Os números indicaram um acréscimo dos focos de calor na região, e em outro momento uma diminuição para igual período, onde as três condições para existência do incêndio estão presentes.

Mas apesar de tudo, a região demonstra que em certos momentos tem recebido do poder público algumas medidas de prevenção mais intensiva em relação ao cuidado e preservação do seu ecossistema. Sabe-se que tais procedimentos visam em um primeiro momento à conservação dos valores de seus recursos naturais associados à forte pressão da imprensa.

Entretanto, com todos os esforços que se traduzem em programas e planos de ação empenhados em fazer frente a esse desastre, eles são efêmeros, caso não exista uma base de dados confiáveis para tomada de decisão, o que conduz para a criação do cadastro técnico multifinalitário.

Para ajudar a diminuir os focos de calor na região estudada, o gestor público vem implementando, de modo significativo, a cada ano, o monitoramento por satélite das queimadas,

paralelamente à conscientização dos proprietários rurais, nos meses que antecedem o período crítico. A fiscalização repressiva, realizada pelo Estado não propõe medidas pró-ativas para solução dos conflitos, nem para um novo reordenamento territorial para a região onde as comunidades humanas do aglomerado urbano de Cuiabá e Chapada dos Guimarães possuem um vínculo todo especial com o Parque Nacional.

É de fundamental necessidade a implantação de um cadastro técnico multifinalitário da região, no órgão público responsável pela gestão territorial, disponha de dados básicos necessários ao planejamento das atividades ligadas à utilização dos recursos naturais, como a educação ambiental, para que sejam organizados os dados disponibilizados pelas instituições públicas e privadas e complementados quando necessário. Essa seria uma forma simplificada de instituir um banco de dados atualizados para viabilizar o desenvolvimento de um SIG com poucos custos econômicos.

Quando se inicia um fogo o número de fatores externos que influem no comportamento é tão grande que é impossível prever com precisão o que acontecerá. O fogo pode ser usado como forma de gestão de um espaço territorial, associado às diretrizes de um cadastro técnico multifinalitário ou de ordenamento territorial.

Dessa forma, o SIG utilizado no Parque Nacional e Entorno tornou viável a obtenção de novas informações através do cruzamento de dados espaciais (cartográficos) (e alfanuméricos). Possibilitou ainda a reunião e integração, em um mesmo referencial geográfico, de diferentes informações sobre a área estudada, havendo grande ganho na desempenho e nas possibilidades de análises com a utilização de um SIG para um estudo do espaço geográfico e sua caracterização.

O sistema ensejou ainda o trabalho de diversos planos de informações, permitindo o desenvolvimento de processos da análise das informações espaciais existentes em planos quando sobrepostos. Com a estruturação desse sistema, pode-se observar que não é possível compreender os fenômenos ambientais, sem deixar de analisar todos os seus vieses e as relações entre eles, a fim de aplicar uma visão holística da questão ambiental na área de estudo.

Deverá ser feito um planejamento prévio buscando uma revisão bibliográfica dos arquivos gráficos necessários e sua consistência, as feições e classes de feições utilizadas para a criação das topologias, as interligações com tabelas específicas da base de dados alfanuméricos, objetivando os resultados almejados no planejamento. Quando da incorporação do SIG à rotina diária de um órgão gestor criam-se oportunidades para reunir informações dispersas, que são

fundamentais aos administradores na comparação, análise e julgamento das possíveis linhas de ação para fazer frente a esse evento negativo.

O uso do SIG permite ao gestor público ou privado, quando estiver estruturado como ferramenta de gestão territorial, executar a gestão aos incêndios florestais e possibilita disponibilizar informações para: monitorar ações antrópicas na área do Parque e Entorno; confeccionar os mapas de risco; definir áreas que merecem atenção especial de proteção; detectar as áreas onde existem conflitos com a população local, e estabelecer novas estratégias pedagógicas para a educação ambiental, entre outros.

Analisando essa incidência nas classes de indicadores de atividades antrópicas (malha viária, complexo turístico, hidrografia e as propriedades rurais do entorno), foi observado que um maior número de focos da série histórica ocorrem em locais próximos a esses indicadores de atividade antrópicas, com tendência de diminuição conforme o aumento da distância. Portanto, as áreas próximas a esses indicadores são mais suscetíveis à ocorrência de queimadas, e fato verificado quando do cruzamento dos planos de informações das características dos mapas da rede viária e da rede hidrográfica com a sobreposição dos focos de calor (Figura 39)

A melhoria das ações setoriais nas atividades de supressão e na prevenção das queimadas na região do Parque Nacional é sazonal, e pode ser comprovadas também pela não ocorrência de fechamento de aeroportos, menor incidência de internações hospitalares por problemas respiratórios e menor registro de incêndios florestais, ocorridos na Chapada dos Guimarães.

A presença reativa do poder público na região de estudo, com suas ações de supressão aos incêndios florestais, contribui significativamente para que esses números sejam reduzidos. Comparados ao período em que não havia participação pública, os números tornaram-se significativos, com prejuízo para toda sociedade local. Quando esses números são significativos, sabe-se também que a administração do Parque Nacional é de competência da União Federal, gerando dessa forma conflitos de competência, entre as instituições públicas, situação essa que poderia ser mediada através de parcerias.

A ineficiência da atuação governamental foi presenciada nas grandes queimadas como a de 1995 e 1998, em que o governo só agiu depois que a imprensa internacional denunciou o desastre e a omissão das autoridades federais. A sobreposição das séries históricas dos focos de calor com a imagem orbital de satélite landsat etm+ 7 de 1997, como plano de fundo (Figura 40) permitiu ver os locais em que há mais incidência de focos de calor viabilizando a identificação das feições do terreno.

Conclui-se que a proximidade de atividades antrópicas foi um bom indicador de susceptibilidade da vegetação do Parque ao fogo, permitindo, com ajuda do SIG, delimitar áreas menores incluindo a maioria dos focos de queimadas. (Figura 40). Esses resultados devem ser analisados em conjunto com o meio físico e biótico, bem como a necessidade de inclusão de indicadores antrópicos, os quais fornecerão melhores subsídios para o planejamento e monitoramento de uso e conservação dos recursos naturais na região do Parque.

CAPITULO 6

6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Considerações

A pesquisa apresentou suficientes elementos históricos e atuais que, com o uso da base cartográfica em meio digital oriunda do Macrozoneamento Ambiental da APA, pode configurar a existência do avanço de focos de calor a partir 1997 até o presente.

O escopo principal é que através deste trabalho possa ser obtido um produto final que representa o mapeamento dos focos de calor por incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e Entorno, de fácil reprodução, parece que pode ser considerada válida, na medida em que fortes indícios aparecem para creditar esse estudo, bem como, quando associados a fatores antrópicos, físicos e bióticos que podem subsidiar um programa de planejamento do território com vista à gestão integral dos incêndios florestais.

A partir dessas informações, elaboraram-se considerações sobre o uso dessas séries de dados de focos de calor e a cartografia digital para mapear os seus efeitos e analisar sua relação entre os fatores físicos e bióticos e atividades antrópicas em relação ao fogo. A integração das variáveis em um mapa temático permite ao gestor uma visão global de todos os fatores que vêm facilitar a tomada de decisão, a fim de minimizar os conflitos entre as comunidades humanas e o Parque.

As leituras realizadas, dos dados obtidos nos próprios espaços sociais estudados, das informações apresentadas e de sua discussão, parecem consistentes e permitiram identificar e delimitar, através da cartografia digital existente, as áreas temáticas de interesse no Parque e entorno, assim chegou a seguinte consideração:

Sistematizaram-se em um sistema de informações geográficas os dados obtidos nas séries históricas dos focos de calor na área do Parque e entorno, bem como a cartografia digital existente sobre a área estudada, e tornou-se viável a obtenção de novas informações através do cruzamento de dados espaciais e alfanuméricos. Esse processo possibilitou a reunião e integração em um mesmo referencial geográfico, de diferentes informações sobre a área de estudo, permitindo a possibilidade de análise com a utilização de um SIG para estudo do espaço geográfico e sua caracterização.

O estudo possibilitou a geração de resultados práticos através do SIG, que o qual poderão ser usados para assessorar distintos órgãos gestores das problemáticas físico-espaciais da área em questão, tais como fiscalização, gerenciamento e conservação ambiental na região do Parque e entorno

A investigação realizada permite asseverar a importância da implantação de um cadastro técnico multifinalitário na região pelo órgão gestor, que forneça os dados básicos necessários ao planejamento das atividades ligadas à utilização dos recursos humanos, materiais e naturais, dispondo de dados suficientemente atualizados e precisos das áreas sujeitas a ações do fogo associado à presença humana. Isso viabilizaria o desenvolvimento de um SIG com poucos custos econômicos.

A incorporação do SIG à rotina diária de um órgão gestor propicia benefícios em virtude da capacidade de reunir informações dispersas, que são fundamentais aos administradores na compreensão e análise global dos fatores de risco (ameaça e vulnerabilidade) bem como dos mecanismos relacionados que legitimam sua ação.

Entre os meios atualmente disponíveis, o uso de satélites seria uma das técnicas mais promissoras para essa finalidade, pois proporciona uma cobertura espacial e temporal suficientemente detalhada em informação espectral sensível para separar áreas queimadas de outro tipo de cobertura e identificar focos de calor. Esse sistema de detecção depende de informações atualizadas dos registros oficiais de ocorrências, exigindo estabelecer um cadastro sobre de incêndios na região, com informações padronizadas que possibilitem traçar um perfil bem delimitado.

A característica da cobertura vegetal é fator condicionante da qualidade e confiabilidade na detecção de incêndio por satélite. Nas áreas do cerrado um incêndio começa e termina em poucas horas; portanto, pode ser que se inicie e termine entre dois intervalos consecutivos de tempo de passagem do satélite. Conseqüentemente, o evento pode não ser detectado, entretanto, os efeitos do fogo são variados em função das comunidades atingidas e em que condições eles ocorrem.

Portanto, a definição criteriosa do papel do fogo no ecossistema em que se insere a unidade de conservação permite especificar as técnicas de controle e manejo do fogo adequado, para que os objetivos de manejo dessas unidades sejam atingidos. Uma avaliação dos impactos ecológicos dos incêndios e das queimadas no cerrado dependerá do conhecimento da área total atingida por cada tipo de fogo. A análise de possíveis soluções para o problema do fogo no cerrado requer informações sobre os tipos de propriedades que o utilizam.

Constata-se que o hábito de realizar queimadas como forma de preparo da terra é uma prática muito antiga e acha-se arraigada aos costumes da população. Os anos de campanha educativa promovida pelos órgãos públicos e organizações não governamentais, ainda não foram suficientes para uma mudança comportamental na população e redução do índice de queimadas, pois o fogo também está presente em muitas atividades culturais dos usuários do Parque Nacional e entorno. Dessa forma o estudo das variáveis relacionado à atividade humana é cercado de grande subjetividade.

Ainda que as relações das comunidades humanas com a área estudada devem ser vistas como um processo que consiste em propiciar uma visão crítica e global da paisagem, para fortalecer valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição crítica e participativa a respeito das questões relacionadas com a adequada utilização dos recursos naturais, em busca da melhor qualidade de vida a todos os atores sociais.

Ressalte-se a importância da criação de espaços adequados para a negociação de interesses dos diversos agentes envolvidos (população do entorno, usuários do Parque Nacional e agentes públicos) na definição de padrões de uso do solo e da criação de novas condições institucionais e financeiras que concorram para sua implantação.

Entre os principais fatores que concorrem para a incapacidade de dar consequência às diretrizes frente a esse desastre, destaca-se a fragmentação dos recursos direcionados para a região e adoção de lógicas distintas no seu gerenciamento, que se traduz pela dispersão de recursos entre diferentes agências encarregadas da sua . Cada instância administrativa opera segundo regras próprias e segundo objetivos deslocados de qualquer perspectiva estratégica.

O problema do fogo passa ser uma “emergência” para a sociedade local somente quando uma seca severa ou a intensificação do uso do fogo na região (provocado pelo manejo de pastagens e ações ilícitas) acabam por aumentar, de maneira alarmante, a ocorrência de incêndios durante um certo período. Constata-se que, na busca de soluções para o problema do fogo, deve-se aproveitar a preocupação da sociedade que surge durante os anos de emergência, redirecionando os processos políticos que alteram os caminhos futuros do desenvolvimento da região.

Conclui-se que o cadastro técnico multifinalitário é uma ferramenta eficiente para efetivar uma política pública capaz de propor limites, zoneamento e a regulamentação de usos que legitimam Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, podendo certamente esta de pesquisa subsidiar futuros planejamentos e políticas públicas que favoreçam a gestão do uso do fogo e que auxiliem futuros estudos.

6.2 Recomendações

Recomenda-se o uso desta metodologia em estudos de monitoramento de focos de calor em Unidades de Conservação e entorno, o que possibilita perceber e quantificar as associações e quantificar problemas e potencialidades nessa área;

Quanto à condição jurídica (legal) das propriedades dos moradores do entorno e das áreas destinadas à atividade comercial consideradas irregular, são necessárias medidas para sua regulamentação ou relocação; o cadastro técnico multifinalitário teria papel fundamental na resolução das questões legais;

Ressalta-se a importância da indenização das propriedades que foram desapropriadas para a criação do Parque considerando que essas questões ainda persistem. Evidencia-se ainda a necessidade de formas de compensação econômica aos proprietários rurais bem como mecanismos de reorganização do processo produtivo da propriedade rural do entorno do Parque que não ofereçam impacto ao meio ambiente, as considerações seguintes:

- Promoção do emprego de instrumentos de políticas públicas para incentivar, através da educação ambiental, as comunidades contidas no entorno e usuários do Parque, reforçando a importância da conservação da região para benefícios de todos, bem como a universalização da discussão do tema incêndio florestal como o envolvimento de toda sociedade dessa região.
- Planejamento de políticas públicas devendo ser desenhada de modo a prevenir a especulação imobiliária, pois a rápida titulação pode tornar mais fácil a comercialização de áreas (lotes), aumentando a pressão por novas áreas nativas, associada a uma análise do plano Diretor de Cuiabá e Chapada do Guimarães.
- Proposição de medidas que encorajem investimentos na prevenção de incêndios e que possam representar excelentes oportunidades de pesquisa para medir prováveis mudanças no comportamento dos proprietários rurais do entorno e usuários do Parque em geral em resposta à informação recebida e a sustentabilidade a longo prazo dessas mudanças comportamentais.
- Criação de mecanismos que induzam os proprietários de terras e usuários a absorver todos os custos de prevenção de incêndios por meio de regulamentação e arranjos institucionais apropriados;
- Estudos e análise do custo e benefício produzido pelas técnicas de prevenção e supressão de incêndios na área estudada.

- Elaboração de mapas de riscos de incêndios, associados a um sistema de advertência de risco de fogo, e de um calendário setorizado (rodízio) de queima controlada (em parcelas pequenas e com regimes próprios) nessa região a fim de tentar reduzir a ocorrência de incêndios florestais.
- Estudos para a criação de um modelo único de registros de ocorrências de incêndios florestais pelos diversos órgãos públicos.
- Proposição da criação de fóruns permanentes e adequados para a negociação de interesses dos diversos agentes envolvidos (agentes públicos, usuários do PARNA, população do entorno) na área estudada.

REFERÊNCIAS

- ABALA BERTAND, J. M.** The political economy of large natural disaster: with special reference to developing countries. Oxford: charendon. Press, 1973.
- AB'SÁBER, A. N.** Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. *Orientação*, 3: 45-58. 1967.
- AB'SABER, A. N. & PLANTENBERG, C.N.** Previsão de impactos. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP. 572p. 1994.
- ALBUÊS, Z. S. D;** Dinâmica de desmatamento no Estado de Mato Grosso de 1992 a 1999 através de imagens de satélite LANDSAT TM 5. relatório parcial – Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEMA/Governo do Estado de Mato Grosso, 2000.
- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E.S.** De grão em grão, o Cerrado perde espaço-Cerrado: impactos do processo de ocupação. Brasília: Fundo Mundial para a Natureza (WWF). 1995.
- ALHO, C.J.R.,** Distribuição da fauna num gradiente de cerrado em mosaico - cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas, Ed. UnB - 2ª Ed. p 213-260. 1994
- ALVES, A.R.; LAPOLLI, E.M.; BASTOS, R.C.; BASTOS, L.C.** Classificação de imagens digitais pelo método de máxima verossimilhança - uma nova abordagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, Curitiba,1993.m Anais... São José dos Campos, INPE, 1993. v.2, p.281-283.
- ALMEIDA, F.F.M.** Contribuição à geologia dos estados de Goiás e Mato Grosso. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro (46)1-15. 1948.
- ALMEIDA, F.F.M. de.** Geologia do centro oeste mato-grossense. *Bol. Da DGM*, Rio de Janeiro. 1964.
- AMARAL, D. L.; FONZAR, B. C. & OLIVEIRA FILHO, L. C. de.,** – Vegetação. As Regiões Fitoecológicas, sua Natureza e seus Recursos Econômicos. Folha SD. 21/Cuiabá. BRASIL.MME/SG, Projeto RADAMBRASIL (Levantamentos dos Recursos Naturais, 26), p. 401 – 452, Rio de Janeiro. 1982
- ALVARENGA, S. R.** A análise das áreas de proteção ambiental enquanto instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente: o caso da APA Corumbataí. São Paulo. São Carlos: 1997. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo.
- ALVES, M. S.** Conflitos entre os atores sociais em zona de influência de parques nacionais: o caso do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Brasília: UnB , Departamento de Geografia , 2001. 134p
- ALVES, D. S.** Sistemas de Informações Geográficas. In Simpósio brasileiro de geoprocessamento, 3º, 1990. Anais, EDUSP, São Paulo, 1990. P. 66-78, 1990.

ALVES, D. S. & ALMEIDA, E.S. de. Conversão de dados entre os sistemas SGI e ARC/INFO. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, PR. INPE. Séc. Est. Meio Ambiente/PR, SEPER, SBC, maio 1993. Anais. Vol. II. P. 284-290.

AOKI, H. & SANTOS, J.R. Fatores ambientais dos cerrados e imagens orbitais. São Paulo, Boletim Técnico do Instituto Florestal, 31:1- 69, 1979.

ARONOFF, S. Geographic information systems: a management perspective. WDL. Publications. Ottawa/Canada. 301 p. 1995.

BAILEY, K. D. Taxonomy and disaster: prospect and problems. International journal of mass. Emergencies and disaster. v.7,n.3,pp. 419-431, nov. 1989.

BATISTA, A. C.. Detecção de Incêndios florestais por satélites. FUPEF do Paraná. 2004.

BECKER, B. & EGLER, C. A. G. Brasil: uma nova potência regional na economia - mundo. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal. Brasília. SAE - Secretaria de Assuntos Estratégicos/ MMA - Ministério do Meio Ambiente. 1997. p. 43.

BERNARDY, R. J. Uso de sensoriamento remoto para análise ambiental do parque manguezal do Itacorubi. Florianópolis-SC. Florianópolis, 2000. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

BITENCOURT, L. R; LOCH, C; O uso de séries históricas de fotografias aéreas para o monitoramento físico-espacial de propriedades rurais visando à avaliação da legalidade das posses. 3º COBRAC. Anais. Florianópolis. 1998.

BITTENCOURT ROSA, D.; PAIVA, D. J. de. & MOSCARDINI, Z. de. O., - “Uma Contribuição aos Estudos Geoambientais e Morfogenéticos na Bacia do Alto Rio Paraguai - MT”. Projeto de Pesquisa, Relatório Final, CNPq/CBMA, Processo nº 530416/93-0, 137 pg. 1996.

BLACHUT, T.J. Cadastre: various functions characteristics, techniques and the planning of a land record systems. Canadian National Council, Canadá, 1974. 157 p.

BRAUN, E. H. G. , - Os Solos de Brasília e suas Possibilidades de Aproveitamento Agrícola. Rev. de. Geografia, (1), V. 24, p. 43 - 78, Rio de Janeiro, RJ. Preliminar, 27 pg. 1962.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema de Unidades de Conservação e dá outras providências. Brasília. 2000. p. 32.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Gestão de Recursos Naturais – Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira. Brasília: IBAMA, 2000b. p. 200.

BRASIL. Roteiro Metodológico para o Planejamento de Unidades de Conservação de Uso Indireto: versão 3.0. Brasília: GTZ/IBAMA, 1996. p. 110.

BRASIL PCBAP. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal), PNMA - Programa Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia - Volume III. 1997.

BRASIL PCBAP. Uma proposta de zoneamento ambiental - Turismo na bacia Alto Paraguai-BAP; Bordest, S.M.L; Macedo, M.; Priante, J.C.R.; Assumpção, L.M.º; UFMT/FEMA/PNMA/BIRD; Cuiabá. 1996.

BRASIL *Projeto RADAMBRASIL folha 50.21 Cuiabá* - Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro. 1992

BRASIL.EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília. 1998

BRITO, M.C.W. Unidades de conservação: intenções e resultados. São Paulo: Annablume/FAPESP. 2000.230p.

BRYANT, E.A. An introduction to natural hazards. In: natural hazards. New York: Cambridge University, 1991.

BROWN, A.A.; DAVIS, K.P. Forest fire: control and use. New York: McGraw-Hill, 1973. 686p.

BORDEST, S. M. L. Riscos ambientais na alta bacia do Rio Paraguai - MT. Tese de Doutorado. UNESP. Rio Claro. 1992

BUTZKE, I. C. Ocupação de áreas inundáveis em Blumenau – SC. Rio Claro: (Dissertação de mestrado em geografia – UNESP/RIO CLARO). 1995

BURROUGH, P. A. Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, Oxford University Press, 1986.

CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. INPE, 1996.

CAMBACO, S.V. Os novos conceitos de sistemas de informações geográficas (LIS/GIS) integrando informação topográfica cadastral e temática: possibilidade de introdução em Moçambique. In: Seminário Internacional sobre Cadastro Rústico Multifinalitário. Seminário. Instituto Geográfico e Cadastral, Lisboa. Portugal. 1991

CARVALHO, G. M. B.; VALÉRIO FILHO, M.; MEDEIROS, J. S. DE. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na identificação da erosão dos solos na Bacia do rio Aracoíaba - CE. IN: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba. 10-14 de maio. 1993.

CARAPPELLA, R. Ì. Assessing fire risk using a GIS-based approach. Earth observation magazine, Ottawa v. 5, n. 8, p. 22- 24, 1996.

CASTAÑEDA, A. Zonificación para el manejo de incendios en plantaciones forestales en Colômbia. Boletín de Protección Forestal. Colômbia, nº 2. p. 38-46. Abr. 1997.

CAVALCANTI, C. et al.. Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. São Paulo: Cortez. 1997

- CAVALHEIRO, F.** Urbanização e alterações ambientais. In: Tauk, S. M. (org.). Análise ambiental: uma visão multidisciplinar. 2º ed. São Paulo: Editora UNESP, 1995.
- CHUVIECO, E.; SALAS, F. J.; VEJA, C..** Remote sensing and GIS for long-term fire risk mapping. In: A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires. Ed. E. Chuvieco. Alacalá de Henares, Spain: Universidad de Alcalá. 1997.
- CHUVIECO, E.; MARTIN, P. M.; VENTURA, G.** Evaluacion de imagenes NOAA/AVHRR y Terra- MODIS para cartografia regional de áreas quemadas. 2002, entre outros.
- CHUVIECO, E.; CONGALTON, R.G.** Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. *Remote sensing of environment*, v.29, p. 145-59, 1989.
- CHRISTOFOLETTI, A..** Modelagem de Sistemas Ambientais. Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo. 233p. 1999.
- COLINUAUX, P.** Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1993. Hengeveld, R. Dynamic Biogeography. In: Barnes, R. S. K. ; Birks, H. J. B.; Connors, E. F. & PAINE, R. T. (eds.). Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, 1992.
- CONSERVATION INTERNATIONAL.** Hotspots. 2002. Disponível em < <http://www.Conservation.Org.br/hotspots/index.htm>>. Acesso em abril/2004
- CONTI, J. B.; FURLAN, S. A.** Geocologia: o clima, os solos e a biota. In: Ross, J. L. S. (org.). Geografia do Brasil. São Paulo: Ed Usp, 1995.
- COUTINHO, L.M..** Cerrado. 2000. Disponível em: <<http://eco.Ib.Usp.Br/cerrado>>. Acesso em agosto/2002.
- COUTINHO, L.M..** O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência hoje*. 12(68): 22-30. Nov.1990
- COUTINHO, L.M..** O conceito de cerrado. *Rev. Bras. Bot.*, 1:17-23, 1978.
- COUTINHO, L.M..** Aspecto do Cerrado - vegetação. Disponível em: <<http://eco.Ib.Usp.Br/cerrado>>. Acesso em 14 de novembro de 2004
- CORRÊA, R. L..** Comparação, Práticas Espaciais e Gestão do Território. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, 54(3): 115-121. 1992.
- CORRÊA, R. L..** Os centros de gestão do território: uma nota. In: *Revista Território / LAGET*, UFRJ. V. 1, n. 1. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, , p. 23-30. 1996.
- CÔRTEZ, D. A.** *Planejamento e Gestão em APAs: Enfoque Institucional*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997. P. 106. (Série Meio Ambiente em Debate; 15).
- COULSON, R. N.; FOLSE, L.J. LOH, D.K.** Artificial Intelligence and natural resource management. *Science*. Julho. 1997. vol. 237: 262-267.
- COWEN, D. J.** GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54:1551-4, 1988.

- CRÓSTA, A. P.** Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas, UNICAMP, 1992. 170p
- DALE, P. & MCLAUGHLIN, J.** Land Information management. Claredn press: Oxford, 1990.
- DIAS, B.F.S.** Cerrados: uma caracterização. In: Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Ed. B.F.S DIAS. Brasília: Fundação Pró-Natureza (FUNATURA). p. 11-25. 1996
- DIAS, B.F.S.** Conservação da natureza do cerrado. In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, DF. M. Novaes Pinto (Coord.). Editora da Universidade de Brasília e Sematec. P. 583-640. 1990.
- DIEGUES, A. C.** Parques nacionais e conservação no Brasil. In:- ----- O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Hucitec, 1996. P.111-123.
- DIEGUES, A. C.** Desenvolvimento sustentado, gerenciamento geoambiental e o de recursos naturais. Cadernos FUNDAP, São Paulo, 9(16); 33-45. 1989
- DINERSTEIN, E. et al.** A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington-DC: WWF/World Bank, 1995. p. 129.
- DUTRA, L.V.; FRERY, A.C.; KRUG, T.; MASCARENHAS, N.D.A.; SANT'ANNA, S.J.S.; YANASSE, C.C.F.** Alguns aspectos de modelagem estatística de dados de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 96 Curitiba, 1993. Anais... São José dos Campos, INPE, 1993. v.1, p.1- 25
- EASTMAN, J. R.** An Overview and definition of GIS. In: MAGUIRE, D.J.; GOODCHILD, M.F. & RHIND, D.W. Geographical information systems: principles and applications. Longman Scientific & technical. London/UK. Pp. 19-20, vol.1. 1987.
- EASTMAN, J. R. et.al.** Raster procedures for multi- criteria/multi-objective decisions. Photogrammetric. Engineering & Remote Sensing, v 61, n.5, p. 539-547, 1995
- EITEN, G. 1972.** The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review 38:201-341.
- EITEN, G.** A vegetação do cerrado. In: NOVAES PINTO, M. Cerrado - caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, UnB. Cap. 1, p.9-65. 1990
- EITEN, G. 1992.** Natural Brazilian Vegetation types and their causes. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 64:35-65.
- EQUIPE PROBIO-**Projeto de conservação e de utilização sustentável da diversidade biológica brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.
- INGRAM, I. K. & PHILLIPS, W.** An overview and definition of GIS. In: MAGUIRE, D.J. GOODCHILD, M. F. & RHIND, D. W. Geographical information systems: principles and applications Longman Scientific & Technical. London/UK. P. 19-20, vol. 1. 1987.

FELGUEIRAS, C. A. & AMARAL, A.S.M.S. do. Interface de sistemas de informações geográficas com banco de dados relacional. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba. Pr. Inpe. Séc. Est. Meio Ambiente/PR, SELPER, SBC, maio, 1993. Anais. Vol. II. P. 347-358

FEMA-Fundação Estadual do Meio Ambiente. Divisão de Unidades de Conservação. Documento de divulgação e plano de estudo e criação de Área de Proteção Ambiental Estadual Chapada dos Guimarães. Cuiabá: 1995.

FEMA Fundação Estadual do Meio Ambiente. Divisão de Geoprocessamento. Sistema de Detecção de Queimadas_– SIDEQ. Cuiabá: 2001

FEMA Fundação Estadual do Meio Ambiente. Divisão de Unidades de Conservação - Macrozoneamento Ambiental da APA Estadual de Chapada dos Guimarães - MT, CEMA. 2000.

FEMA Fundação Estadual do Meio Ambiente. Divisão de Unidades de Conservação. Sistema de detecção de Focos de Calor. 2004

FERNANDES, A. E. Sistema computacional de detecção de queimadas com imagens AVHRR/NOAA. Dissertação de mestrado em computação aplicada. São José dos campos. SP: INPE, 1996.

FERREIRA. J.C.V. Mato Grosso e seus Municípios. 17º Edição. Cuiabá: Secretaria de Estado de Cultura. 2001. 668 p.

FERREIRA. N. J. et al., Aplicações ambientais brasileiros dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo: Oficina de textos. 2004

FERRAZ, S.F.B; VETTORAZZI, C.A. Avaliação de riscos de incêndios florestais através de um SIG: proposta de um sistema automatizado para monitoramento. In: Simpósio de Iniciação Científica da USP, 5, Piracicaba, 1997. São Paulo: Edusp, 1997. V. 1, p. 573.

FERRAZ, S. F.B; VETORRAZZI, C.A. Mapeamento de Risco de Incêndios Florestais por meio de sistemas de informações geográficas (SIG). Scientia Forestalis. Nº 53 P. 39-48, JUN. 1998.

FIGUEIREDO, L.F.G. et al., Cadastro Técnico Ambiental, Sistemas de Informações Geográfica e Lógica Fuzzi: ferramentas conjugadas para a gestão ambiental. In: 3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e 1º encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do MERCOSUL. Anais. Florianópolis. 1998.

FIGUEIREDO, L. F.G. Sistemas de apoio multicritério para aperfeiçoamento de mapas de sensibilidade ambiental ao derrame de petróleo em região costeira do Estado de Santa Catarina.. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

FIGUEIREDO, L. F.G. Sistemas de Cadastro Técnico Ambiental-Estudo de Caso: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. 1995

FIG-FEDERATION INTERNATIONALE DES GEOMETRES. Statement on the cadastre. In: modern cadastres and cadastral innovations, Seminário (on-line). Disponível na Internet via <http://geodesia.ufsc.br/sicad/arquiv>. Capturado em 10 de setembro de 2003.

FILGUEIRAS, T. S. A floristic analysis of the gramineae of Brazil's. Distrito Federal and a list of the species occurring in the area. *Edinburgh journal of Botany* 48:1 8. 1991.

FILET, M. Análise de capacidade de suporte ambiental: um estudo de caso. In: Tauk Tornisielo et al., (org.). *Análise ambiental: estratégias e ações*. São Paulo: T. A. Queiroz, p. 73-76. 1995.

FRANÇA, H. Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2000.

FORMAN, R. K. T.T.; GODRON, M. *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1986, 620 p.

FORMAN, T. T. R. *Landscape Ecology*. New York. John Wiley & Sons, 1986, 619 p.

FURMAN, W. Wildfire Zones on a Mountain Ridge. *Annals of the Association of American Geographers*. Washington: v. 68, n.1, p. 89-94, mar.1978

GOEDERT, W.J. Solos e cerrados, tecnologia e estratégias de manejo. Ed. Nobel. São Paulo. 1987.

GODARD, O. A Gestão Integrada dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente: Conceitos, Instituições e Desafios de Legitimação. In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques (Org.). *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez, 1997. p. 201-266.

GOMES, P. C.C. A dimensão antológica do território no debate da cidadania: o exemplo canadense. *Revista Território*. RJ. Nº 1 (2). P. 43-62. 197 p. 1989.

HERNANDEZ FILHO, P. Metodologia da análise visual de dados de sensoriamento remoto-vegetação. São José dos Campos, INPE, 1988. 24p. (INPE-4696-MD/037).

HERINGER, E.P.; BARROSO, G. M.; RIZZO, J. A.; RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado. In: IV Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo, Brazil: Editora USP. 1977.

HOROWITZ, C. Instrumentos de Planejamento e Gestão de Unidades de Conservação Federais. Brasília: 1999. Monografia apresentada na Disciplina Gestão Ambiental do Curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável – Centro de Desenvolvimento Sustentável - CDS, Universidade de Brasília – UnB

KANIAK, V.C. Trabalho de voluntários na proteção e manejo dos parques nacionais do Brasil. Curitiba. UFPr. 1990. (Tese M. S.).

KARNAUKHOVA, E.; LIMA, O. P. de; BARTOT. A. Sensoriamento remoto aplicado à gestão ambiental: um enfoque para a viabilidade e interdisciplinaridade. In: Anais do VIII Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura, Criciúma, SC, 18 a 21 abril 1999.

KARNAUKHOVA, E.; A intensidade da transformação antrópica das paisagens como um indicador na análise e gestão ambiental. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2000.

KELM, D. F.P. Estruturação de um cadastro técnico histórico para análise física e ambiental de áreas de mineração de carvão. Florianópolis-SC. Curso de Pos - Graduação em Engenharia Civil - CPGEC/UFSC. 2000, 232 p.

KÖHNLEIN, K. Potencial de desenvolvimento e impactos ambientais do turismo no Pantanal e na Chapada dos Guimarães (Mato Grosso, Brasil); BAP-4 (anexo); Cuiabá. 1993.

JACOMINE, P. K.T. et al., Guia para identificação dos principais solos do Estado de Mato Grosso. Cuiabá: PNUD, PRODEAGRO. 118p.; 21,0x14,8cm. , **1995**.

JENSEN, J. R. Introductory digital image processing. New Jersey. Printice Hall, 1986.

JORNAL DIARIO DE CUIABÁ - 2004

JURGENS, C. R. A spatial model for the design of an ecological infrastructure. In: Van Lier, H. N. et al. (orgs.). Sustainable land use planning Amsterdam: Elsevier Science B. V. 1994.

LAGADEC, P. La civilization du risque: catastrophes technologiques et responsabilité sociale. Paris: Seuil, 1981.

LANNA, A.E. Instrumento de gestão ambiental: métodos de gerenciamento de bacias hidrográficas. Brasília: IBAMA. 1994

LAPOLLI, E.M.; ALVES, A.R.; GARCIA, R.M. Classificação de imagens digitais: comparação entre vários métodos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 1993. v.2, p.373-380.

LARSSON, G. Land registration and cadastral systems. 1º ed. London, Longmam Group UK. Limited, 1991, 175p.

LEE, D.C.L.; SHIMABUKURO, Y.E.; HERNANDEZ FILHO, P. Análise de componentes principais para o monitoramento de áreas reflorestadas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6, Manaus, 1990. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 1990. v.1, p.48-60

LILLESAND, T.; KIEFFER, R. Remote sensing and image interpretation. New York, United States of América: john Wiley 7 Sons, 3º Edition, 1994, 750 p.

LOCH, C _. Monitoramento global integrado de propriedades rurais: a níveis municipais, utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Editora UFSC. Florianópolis, SC. 1990

LOCH, C. Cadastro Técnico Multifinalitário - rural e urbano. (mimeo).UFSC. Florianópolis, SC, 1989, 80 p.

LOCH, C. Cadastro Técnico Multifinalitário como base à organização espacial do uso da terra ao nível de propriedade rural. Tese para professor titular. Florianópolis, 1993, 128 p.

LOCH, C. KIRCHNER, F. F.: Sensoriamento Remoto aplicado ao planejamento regional. Curitiba. PR UFPR, 1989. 69 p.

- LOMBARDI, R.J.R.**; Identificação de áreas vulneráveis à ocorrência de incêndios florestais, provocados por atividades antrópica, utilizando diferentes métodos de inferência espacial. Anais: X SBSR, p.963 – 965, abril 2001. INPE.
- LUZ, J. da. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUZA, J.O.; MOTTA, J. F.; TANNO, L. C.; CARMO, L. S.& SOUZA, N. B.** Projeto Coxipó. Brasil. DNPM/CPRM. Goiânia-GO, V.1, Relatório Final, 136p. 1980.
- MACIEL, E.P. & LATURNER, N.** Relatório de monitoramento de detecção de queimadas através de satélites – NOAA, FEMA, março 1998. 16/24 p.
- MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F. & RHIND, D. W.** Geographical Information Systems: Principles and Applications. London/UK: LongMans Scientific & technical. 649 p.;
- MAY, P.. 1998** A Sustentabilidade do Sistema Agroalimentar: “Brasil em Ação” e reforma do Estado. Paper, CPDA/UFRRJ. 1992.
- MANTOVANI, J.E.; PEREIRA, A.** Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado através de dados TM/Landsat. Anais. 9o Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, 11-18/setembro/1998. INPE/SELP. CD-ROM. 1998.
- MATTEDI, M. A.** A formação de políticas públicas em Blumenau: o caso do problema das enchentes. In: Theis, J. M.; Tomio, f. R.; Mattedi, M. A. Novos olhares sobre Blumenau: contribuição para o debate sobre a história e a historiografia de Blumenau. Blumenau: Edifurbs, 2000. p. 195-230.
- MAITELLI G.T;** et alli.. Variações da temperatura do ar nas cidades de Cuiabá e Chapada dos Guimarães – Lab. Climatologia, Departamento de Geografia. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá-MT. 1996.
- MELO, M. P.** Cadastro geoambiental polivalente. Informativo COCAR (7), 165-170. Brasília-DF, setembro, 1985.
- MENESES, P.R.& MADUREIRA, J. S.** Sensoriamento remoto: refletctância dos alvos naturais. (coord.) Brasília-DF: UnB. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001.262 p.
- MENESES, P.R SANO, E. E.;ASSAD, E.D.;** Introdução ao processamento de imagens digitais de satélites de sensoriamento remoto. Brasília, UnB, 1991. 96p.
- MELERO, M.C.** Necesidades actuales de divulgacion y enseñanza de los sistemas de informacion geográfica (SIG). In: Ciudad y territorio. Espana, 1991. v. 120. nº 3. p. 271-280.
- McLAUGHLIN, J.** Comentário sobre aerofotogrametria na demarcação e medição de terras rurais e o uso do processamento na titulação. 1997.
- MILLER, K. R.** Em Busca de Um Novo Equilíbrio: Diretrizes para aumentar as oportunidades de conservação da biodiversidade por meio do manejo biorregional. Brasília: IBAMA/DITEC, 1997. p. 94.
- MISTRY, J.** Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. Progress in Physical Geography. 22(4):425-448. 1998a.

- MISTRY, J.** Decision-making for fire use among farmers in savannas: an exploratory study in the Distrito Federal, central Brazil. *Journal of environmental Management*. 54:321-334. 1998b
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J.** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403:853-858. 2000.
- MOREHOUSE, S.** The ARC/INFO Geographic Information Systems Computers and Geosciences. London. V. 18, nº 4, p. 435-441. 1992
- MÜLLER NETO, F.** Caracterização geoambiental da bacia do Rio Cachoeirinha no Município de Chapada dos Guimarães - MT. FAMEV/UFMT, Dissertação de Mestrado, 161p. 1996
- MURNI, A. HARDIANTO, D. & NURBAYA, S.** The use of remote sensing techniques and expert system in regional planning. In: *Annals International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. ISPRS. Amsterdã, Holanda. 16-23. jul. 2000.(cd rom).
- NEPSTAD, D. C., A. MOREIRA & A A ALENCAR.** A floresta em chamas: origem, impactos e prevenção de fogo na Amazônia. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasília, Brasil, 202p. 1999a
- NOVO, E.M.L.** Sensoriamento remoto: principio e aplicações. Ed. Edgard Blücher, São Paulo-SP. 1992.
- NOVO, E. M. L de M.** Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São José dos Campos, INPE/MCT. 363 p. 1998
- NOVO, E.M.L.** Sensoriamento remoto: princípio e aplicações. Ed. Edgard Blücher, São Paulo-SP. 1989. 308 p
- OLIVEIRA-GALVÃO, A.L.C.** Caracterização fitofisionômica da restinga de Carapebús-Macaé (RJ) a partir de imagens digitais do sensor TM-LANDSAT 5. São José dos Campos, INPE, 1991. 227p. (Tese M.S.).
- OLIVEIRA, P.E.** Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: *Cerrado: Ambiente e Flora*, Ed. S. M. Sano e S.P. Almeida. Planaltina: EMBRAPA/CPAC. p. 169-192. 1998.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; MARTINS, F.R.** Distribuição, caracterização e composição florístico das formações vegetais da região da salgadeira, na Chapada dos Guimarães. *Revista brasileira da Botânica*. 9:207-223. 1986.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.,** Estudo florístico e fitossociológico em um cerrado na Chapada Dos Guimarães - MT. Uma análise de gradientes Campinas. Instituto de Biologia. UNICAMP. 135 p. (Dissertação de mestrado). 1984.
- ONSRUD, H.:** FIG. Agenda 21-Committing Surveyors to Sustainable Development. Plenary Session Sustainable Development and property management. FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, Abril 19-26, 2002. 20p.
- ORTEGA, A. C.** Representação de interesses e meio ambiente: os novos e velhos atores sociais rurais e a questão ambiental no cerrado. Capítulo de livro em publicação. Brasília. DF. 1998.

- ÖSTERBERG, T.:** The Importance of Cadastral Procedures for Sustainable Development. TS7.1 Cadastral Innovation II. FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, Abril. 19-26, 2002. 7 p
- PEREIRA JUNIOR, A. C.;** Métodos de geoprocessamento na avaliação da suscetibilidade do Cerrado ao fogo. São Carlos: UFSCar, Tese (Doutorado). 2003. 97 p.
- PEREIRA JR., A. C.** Monitoramento de queimadas na região dos Cerrados com utilização de dados AVHRR/NOAA corrigidos com dados TM/Landsat. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. (INPE-5490-TDI/507). 1992
- PRADO, A. L. & DAMASCENO,** Aspectos da vegetação e flora da Chapada dos Guimarães - MT In: XLI Congresso de Botânica - Resumos. Sociedade Botânica do Brasil. Fortaleza. 58 p. 1989.
- PARK, J.H.R. & TATEISH, K.W.** The potential of high resolution remotely sensed data for urban infrastructure monitoring. In: Annals International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. ISPRS. Amsterdã, Holanda. 16-23. jul. 2000. (Cd rom).
- QUINTANILHA, J.A.** Processamento de imagens digitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. São Paulo, 1990. *Anais...* São Paulo, USP, 1990. p.37-52.
- RAFFESTIN, C.** Por uma geografia do poder. Tradução Maria Cecília França. São Paulo, Ática, 1993, 263 p. (Séries Temas, v. 29, Geografia Política). Título original: Pour une géographie du pouvoir .
- RAISON, R. J.** Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. *Plant and Soil*. 51:73. 108. 1979.
- RAMOS NETO, M .B.** O Parque Nacional de Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2000.
- RAMIREZ, M. R.** Sistemas gerenciadores de bancos de dados para geoprocessamento. Rio de Janeiro. RJ: UFRJ/COPE, 1994. Dissertação de mestrado.
- RATTER, J.A.** Transitions between Cerrado and Forest vegetation in Brazil. In: nature and dynamics of forest-savanna boundaries. P. A. Furley, J. Proctor and J. A. Ratter (eds.). London: Chapman & Hall. Pp. 417-429. 1992.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, J.T.** Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: Cerrado: Ambiente e Flora. Ed. S. M. Sano e S.P. Almeida. Planaltina: EMBRAPA/CPAC. p. 44-86. 1998.
- RENUNCIO, L. E.** Integração do cadastro técnico multifinalitário a sistemas de informações geográficas visando implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de COCAL DO SUL. Dissertação de mestrado, UFSC. Florianópolis. 1995. 203 p.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T.** Fitofisionomias do Cerrado. In: Cerrado: Ambiente e Flora, Ed. S.M. Sano e S.P. Almeida. Planaltina: EMBRAPA/CPAC. p. 89-166. 1998.

- RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACEDO, J.; SILVA, J.A.** Os principais tipos fitofisionômicos da região dos cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC,. 28p. (Boletim de Pesquisa nº 21). 1983.
- ROSS, J. L. S. & SANTOS, L. M. dos.,** Geomorfologia, Folha SD. 21/Cuiabá, BRASIL/M.M.E., Projeto RADAMBRASIL, (Levantamento dos Recursos Naturais, 26), Rio de Janeiro, p. 193 - 256. 1982
- ROSS, J. L. S.** Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. Revista do Departamento de Geografia - FFLCH-USP, N.9. 1995. P. 65-76.
- SALAS, J.; CHUVIECO, E.** Geographic information systems for wildland fire risk mapping wildfire, Washington, v. 3, nº 2 , p. 7-13, jun. 1994
- SALOMÃO, F. X. R.** Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 200p. 1994.
- SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P.** Cerrados: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Brasília-DF. 1998.
- SANO, E.E.; ASSAD, E.D.; ORIOLI, A. L.** Monitoramento da ocupação agrícola. In: Assad, E. D.; Sano, E.E., ed. Sistemas de Informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília. EMBRAPA/CPAC. 1998. p. 179-190
- SANCHES, O. R.** Zoneamento agroecológico do Estado de Mato Grosso: ordenamento ecológico – paisagístico do meio natural e rural. Cuiabá: Fundação de Pesquisa Cândido Rondon. 1992, 160 p.
- SANTOS, J.R. dos & AOKI, H.** Técnicas de sensoriamento remoto a nível orbital como subsídio ao estudo da vegetação de cerrado. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, 34(2): 83-127. 1980.
- SETZER, A. W. and PEREIRA, M.C.** The operational detection of fires in Brazil with NOAA/AVHRR. 24 Th. Int. Symp. Rem. Sens. RJ. Brasil. P. 76-77. 1991.
- SEWEL, G. H.** Administração e controle de qualidade ambiental. New Jersey, USA, 1973. Tradução: Gildo Magalhães dos Santos Filho. CETESB. São Paulo. SP. Editora USP. 1978. 300p.
- SHENONE, A.** El concepto Del catastro. Jalones de la agrimensura de ENTRE Rios/octubre /97. Publicación Del Colégio de Profesionales de la Agrimensura de Entre Rios. Año 2, nº 5. nov./1997
- SHELTON, R.L.** Physical resource investigations for economic development. Washington, Organization of American States. Michigan State University, 1969. 437 p.
- SHOW, S. B.; CLARKE, B..** Elements of forest fire control. Roma: FAO. 1953. p. 33
- SEIFFERT, N.** Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas. Florianópolis, 1996. 253 p. Tese (Doutorado em engenharia de produção). Departamento de Engenharia de Produção. UFSC.

- SILVA, A. de B.** Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas, SP: Editora UNICAMP. 2003
- SCHUBART, H.O.R.** O zoneamento ecológico-econômico como instrumento para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. In: D’Incao, M.A. e Silveira, I, M. (orgs.). A Amazônia e a crise da modernização. Belém, Museu Paraense Emilio Goeldi: 493-500. 1994.
- SMITS, P. C.; ANTONI, A.** GIS- embedded Remote Sensing image analysis. In: Annais International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. ISPRS. Amsterdã, Holanda. 16-23. Jul. 2000. (Cd rom)
- STAR, J. & ESTES, J.** Geographic Information Systems Introduction. Prentice Hall, Inc. USA. 1990.
- SOARES, R.V.** Planos de Proteção Contra Incêndio Florestal. In: Reunião técnica conjunta. FUPEF/SIF/IPEF, 4; Curso de atualização em controle de incêndios florestais. 2 Curitiba. Anais.....Curitiba: FUPEF. P. 144-146. 1996
- SOARES, R.V.** Incêndios florestais - controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF. 1985.
- SOARES, R.V.** Prevenção e controle de incêndios florestais. Curitiba: FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná , 1984. 160p.
- SOUZA, C. et al.** Relatório do projeto de cartografia de Risco de Incêndio florestal – CRIF 2º Fase. Disponível em :< www.terravista.pt> Acesso em : 15 mar. 2003
- TEIXEIRA, A.A.; CRISTOFOLETTI, A.** Sistemas de Informações Geográficas. Dicionário Ilustrado, Editor Hucitec, 1997.
- TRICART, J.; & KILLIAN, J.** L’eco-géographie et l’amenagement du milieu naturel. Paris. Français, maspero,. 1979.
- TOCANTINS, N.** Análise das Unidades de Conservação Federais do Estado de Mato Grosso. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 1997. P. 77-100 (Dissertação de Mestrado)
- TURNER, J.A.; LILLYWHITE, J.W.; PIESLAK, Z.** Forecasting for forest fire services. Technical Note n°. 42. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization (WMO). 1961.
- VAN DER MOLEN P.:** Institutional Aspects of 3D Cadastres. TS7.8 3D Cadastre. FIG XXII International Congress Washington, D.C.USA, Abril 19-26, 2002. 11p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. & LIMA J. C. A., 1991.** Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação IBGE, Rio de Janeiro. 123 p.
- VEGA-GARCIA, et al.** A logic model for predicting the daily occurrence of human caused forest fires. International Journal of Wildland Fire, Colorado, p. 101-111, 1995.
- WESKA, R. K., -** Placers Diamantíferos da Região de Água Fria, Chapada dos Guimarães - MT. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 170 p. 1987.

WESKA, R.K., A Geologia e a Evolução Geológica de Região Diamantífera compreendida entre os Municípios de Dom Aquino e General Carneiro, Mato Grosso, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1996

WILLIAMSON et all. United Nations – FIG Bathurst Declaration on Land Administration for Sustainable Development: Development and Impact. TS7. 5 Land Administration, D.C. USA, Abril 19-26.2002. 12p.

WORRAL, L. Geographic information systems: developments and application. Londres: Bellaven Press. 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Museu Nacional. Levantamento faunístico da área de influência da BR-364 (Cuiabá - Porto Velho). Brasília, SCT/PR - CNPq. 235p. Programa POLONOROESTE/Programa do Trópico Úmido: Relatório de Pesquisa, 13. 1990.

