



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-12304-NTC/368

**COLETA DE DADOS PARA ESTUDOS DE COBERTURA
ARBÓREA, MAPEAMENTO DA COBERTURA DA TERRA,
DESMATAMENTO E AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO/TERRITÓRIOS INDÍGENAS:
METODOLOGIAS DE TRABALHOS DE CAMPO.**

Liana Oighenstein Anderson

Yosio Edemir Shimabukuro

Marcelo Lopes Latorre

Fernando Del Bom Espírito-Santo

André Lima

Valdete Duarte

Egídio Arai

Ruth S. DeFries

Douglas Morton

Matthew Hansen

Ellen Jasinsky

RESUMO

Este trabalho apresenta a descrição das metodologias de campo utilizadas para o desenvolvimento dos projetos: 1) Projeto FAPESP (Proc. 2003/01727-0), **“Classificação e monitoramento da cobertura vegetal e uso da terra utilizando dados do sensor MODIS”** e 2) Projeto LBA LC-22: **“Integrating Coarse and Fine Resolution Satellite Data to Monitor Land Cover Change throughout Amazônia”**. O Projeto FAPESP tem como objetivo geral realizar a classificação da cobertura vegetal do Estado do Mato Grosso, e desenvolver e testar metodologias de detecção de mudanças no uso e cobertura da terra desta região causadas pelas atividades de desmatamento e queimadas devido a ações antrópicas e naturais. O Projeto LBA LC-22, uma colaboração entre a Universidade de Maryland (EUA) e o INPE, tem como principais objetivos focados no desenvolvimento de metodologias operacionais para detectar áreas de ocorrência de mudanças na cobertura da terra e as dinâmicas envolvidas neste processo. Para melhorar a acurácia e a qualidade dos dados de entrada nos modelos em desenvolvimento nestes projetos e validar os resultados gerados, foram realizados trabalhos de campo em 4 períodos: junho/julho de 2003, julho de 2004, outubro/novembro de 2004 e março de 2005. Portanto, as metodologias descritas neste relatório técnico são relacionadas com a aquisição de informações para: 1) a geração e validação do mapa de cobertura da terra para o Estado do Mato Grosso, 2) a validação de dois produtos gerados a partir de dados MODIS (MOD44A – Vegetation Cover Conversion e MOD44B – Vegetation Continuous Fields) e 3) avaliação do estado de conservação em unidades de conservação (UC) e territórios indígenas (TI).

ABSTRACT

This work presents the description of field mission methodologies utilized for development of the following research projects: 1) FAPESP (Proc. 2003/01727-0) project: **“Classificação e monitoramento da cobertura vegetal e uso da terra utilizando dados do sensor MODIS”** and 2) LBA LC-22 project: **“Integrating Coarse and Fine Resolution Satellite Data to Monitor Land Cover Change throughout Amazônia”**. The FAPESP project has the general objective to perform the classification of vegetation cover of Mato Grosso state, and to develop and test methodologies of land use land cover change detection in this region caused by deforestation and burned activities due to natural and anthropic actions. The LBA LC-22 project, a research collaboration between University of Maryland (EUA) and National Institute for Space Research (INPE), has the main objectives focused in the development of operational methodologies for detecting areas of change occurred in the land cover and the dynamics involved in this process. In order to improve the accuracy and data quality of input for the models in development in both projects and to validate the generated results, field works were accomplished during four periods: June/July 2003, July 2004, October/November 2004, and March 2005. Therefore, the methodologies described in this technical report are related to the information acquisition for: 1) the generation and validation of land cover map of Mato Grosso state, 2) the validation of two products generated from MODIS data (MOD44A – Vegetation Cover Conversion and MOD44B – Vegetation Continuous Fields), and 3) evaluation of conservation condition in the Conservation Units (UC) and Indian Territories (TI).

SUMÁRIO

	Pág.
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	6
CAPÍTULO 2 - ÁREA DE ESTUDO	8
2.1 Descrição da área de estudo.....	8
2.2 Aspectos Fisiográficos.....	9
2.3 Aspectos Vegetacionais.....	11
2.4 Uso da terra no Estado do Mato Grosso.....	13
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE CAMPO	15
3.1 Coleta de dados para avaliação da proporção da cobertura arbórea.....	15
3.1.1 Metodologia utilizada para a realização de transectos.....	18
3.2 Coleta de dados para geração de um mapa de cobertura da terra.....	21
3.3 Coleta de dados para avaliação do mapa de cobertura da terra.....	24
3.4 Coleta de dados para avaliação da detecção de desmatamentos.....	27
3.5 Coleta de dados para avaliação das unidades de conservação/territórios indígenas.....	29
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o sensoriamento remoto tornou-se uma importante fonte de informações para monitorar os recursos naturais da Terra, devido à possibilidade de se adquirir dados sobre grandes extensões geográficas, e assim, os processos que ocorrem nestas áreas podem ser melhor compreendidos a partir destes monitoramentos. Estudos de detecção de mudanças na cobertura da terra através do sensoriamento remoto são baseados no fato de que distúrbios, tanto naturais quanto de origem antrópica no meio ambiente, produzem variações detectáveis na resposta espectral do alvo ou do fenômeno estudado. No entanto, quando utilizam-se imagens geradas a partir de sensores remotos, a radiação detectada é causada pela combinação da resposta de diferentes alvos e dos efeitos atmosféricos, que podem causar alterações significantes nos dados. Os fatores relacionados a cada sistema sensor (diferença na resolução espacial, variações nas respostas radiométricas), e ao meio ambiente (absorção e espalhamento atmosféricos, quantidade de moléculas dispersas na atmosfera, presença de nuvens e suas sombras, variação na irradiância e ângulo solar, variações na fenologia vegetal e nos componentes do solo segundo as mudanças estacionais) podem também interferir nos resultados das detecções (Singh, 1989).

Neste contexto, torna-se evidente a importância da realização de trabalhos de campo para a aquisição de dados, como o Índice de Área Foliar (LAI), biomassa, amostras de solo, radiometria hiperespectral, uso da terra, grau de conservação de uma área, caracterização de uma região, etc. com o objetivo de geração e validação de mapas, correlação e integração com dados espectrais e dados para entradas em modelos ecológicos.

Este relatório técnico tem como objetivo a descrição das metodologias elaboradas para quatro campanhas de campo com diferentes abordagens, realizadas em junho/julho de 2003, julho de 2004, outubro/novembro de 2004 e março de 2005.

Este documento foi organizado em 4 Capítulos e a descrição dos assuntos abordados em cada um deles encontra-se a seguir.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão da literatura para a caracterização da área de estudo. Mostra-se também a metodologia para a geração de um mapa de precipitação desta área, a partir de dados do ano de 2002, fornecidos pela ANEEL.

O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada nas quatro missões de campo. A primeira parte refere-se ao trabalho realizado em junho/julho de 2003 onde foram coletados dados referentes à porcentagem de cobertura arbórea em diferentes formações vegetais. A segunda parte refere-se aos trabalhos de campo realizados nos períodos de julho de 2004 e março de 2005 com o objetivo de coletar informações para a validação da detecção de áreas desmatadas a partir de dados do sensor MODIS, tratados com diferentes técnicas de processamento (modelo linear de mistura espectral, particionamento da banda do vermelho, índices de vegetação, produto MOD44A – Vegetation Cover Conversion e produto MOD44B – Vegetation Continuous Fields). A terceira parte deste capítulo refere-se ao trabalho de campo realizado em outubro/novembro de 2004, onde foram coletados pontos de GPS para a validação do mapa de cobertura da terra gerado a partir de dados multitemporais do sensor MODIS, e avaliação do estado de conservação em unidades de conservação e territórios indígenas, assim como troca de informações com a FUNAI-MT.

O Capítulo 4 apresenta as considerações finais relacionadas aos resultados obtidos.

CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDO

2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo dos projetos FAPESP e LBA LC-22 é o Estado do Mato Grosso, localizado na região Centro-oeste do Brasil, entre as coordenadas 06° 00' e 19° 45' de latitude sul e 50° 06' e 62° 45' de longitude oeste, com uma extensão territorial de cerca de 900.000 km² (Figura 2.1). Esta região apresenta uma grande diversidade de tipos de formações vegetais, e além disso, nesta área vem ocorrendo uma alta taxa na conversão da cobertura vegetal, devido à utilização da agricultura mecanizada e pecuária nas áreas de cerrado, bem como o desmatamento e queimadas nas áreas de floresta.

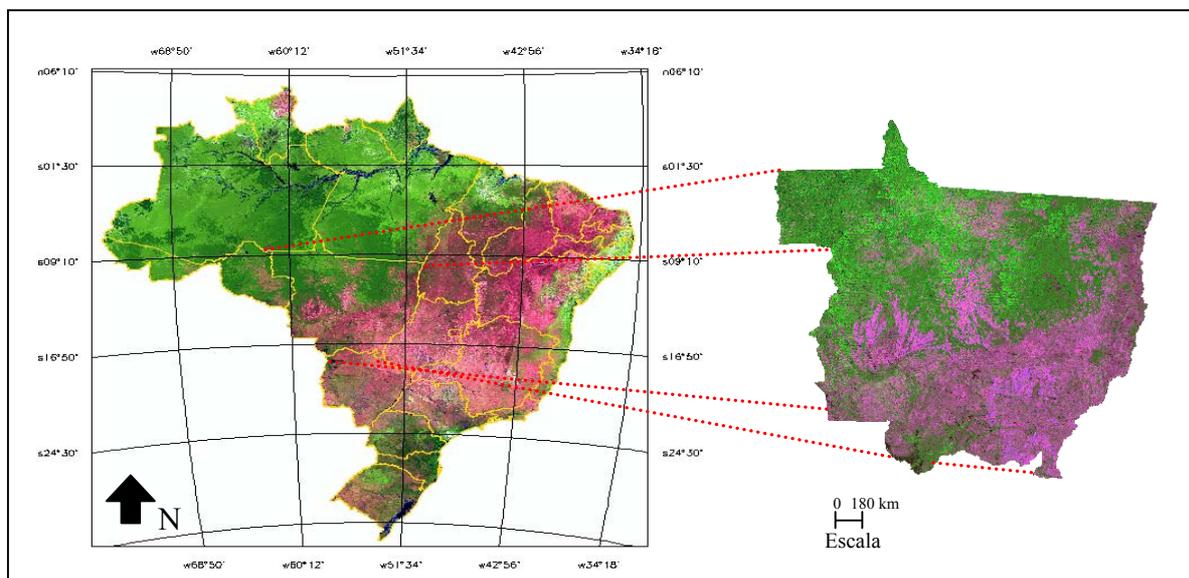


FIGURA 2.1- Localização geográfica da área de estudo.

2.2 Aspectos Fisiográficos

A distribuição e estrutura básicas dos ecossistemas têm uma história onde as variáveis abióticas (clima, pedologia, relevo, disponibilidade de nutrientes, etc.) estão associadas a variáveis bióticas (variabilidade ecológica, competição, predação, simbiose, endemismos, etc.) para produzir um padrão natural de biodiversidade, resultado de um longo processo de coevolução da parte viva e não viva do planeta, onde o clima é a principal variável na distribuição da vegetação.

Decorrentes de uma série de fatores geográficos (posição continental, extensão latitudinal e relevo) e dinâmicos (sistemas de circulação atmosférica), o comportamento da temperatura na região Centro-oeste é muito variado. A continentalidade, impedindo a interferência das influências marítimas, permite que a variação da latitude seja responsável pela temperatura de cerca de 26°C no extremo norte e de 22°C no extremo sul da região. O relevo, através da altitude, faz com que as mais altas chapadas sedimentares e superfícies cristalinas do centro-sul da região possuam temperatura média anual entre 22°C e 20°C. Portanto, apesar de suas latitudes predominantemente tropicais, esta região apresenta uma importante variação de temperatura ao longo do espaço geográfico. Este fato se deve a variação de latitude, à sua posição no interior do continente e as diferentes intensidades de participação de frentes polares (Nimer, 1977).

Segundo Nimer (1977), as características da altura do relevo e do regime de chuvas nessa área se devem quase exclusivamente aos sistemas de circulação atmosférica. A influência da topografia sobre a distribuição da precipitação ao longo do espaço geográfico é de tão pouca importância que não chega a interferir nas tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos. Em razão da pouca significância da topografia sobre a pluviosidade, a quantidade média da precipitação durante o ano sobre o território apresenta um padrão de distribuição característico. Distingue-se um núcleo mais chuvoso ao norte do Mato Grosso, onde a pluviosidade anual atinge valores muito elevados, superiores a 2.700 mm, com estes valores decrescendo para o leste e sul atingindo 1.250 mm (Figura 2.2).

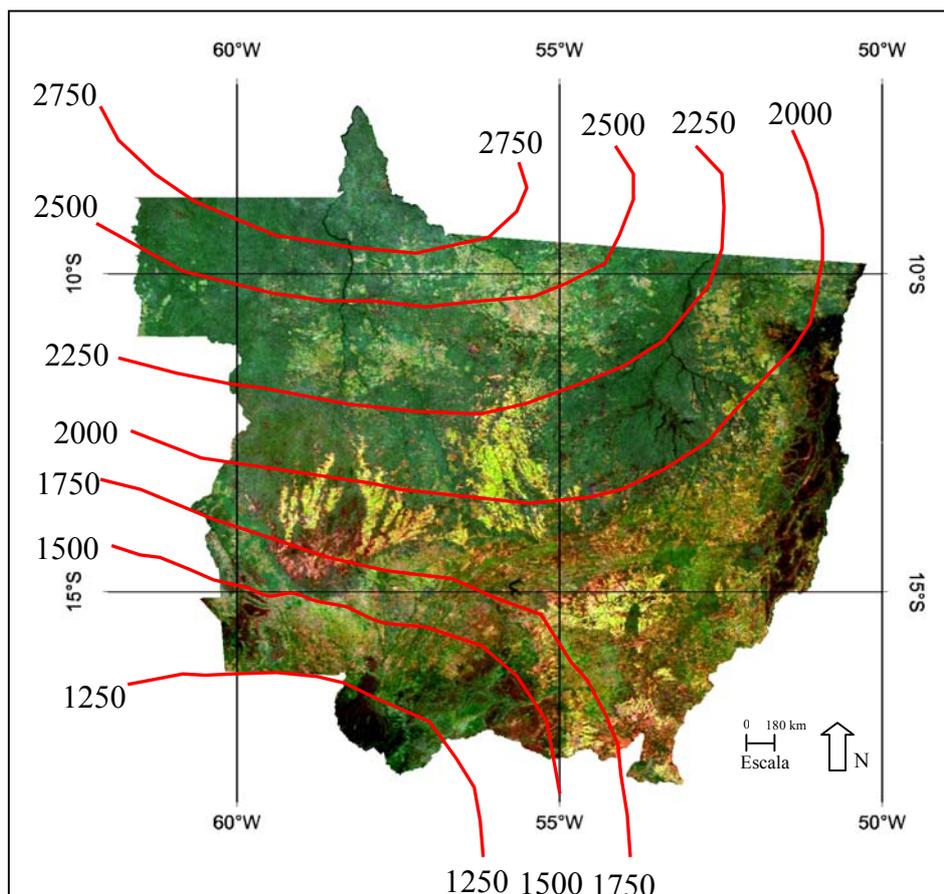


FIGURA 2.2 - Isoietas anuais em mm do Estado do Mato Grosso sobre uma imagem MODIS referente a época chuvosa, composição RGB das bandas 1,2 e 7.
 FONTE: Adaptada de Nimer (1977).

Entretanto, essas precipitações não se distribuem igualmente através do ano. Seu regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre janeiro-março no norte do Estado, dezembro-fevereiro no centro e novembro-janeiro no sul. Durante esses trimestres chove em média 45 a 55% do total anual. Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nessa época do ano as chuvas são muito raras, ocorrendo em média de 4 a 5 dias por mês.

O relevo nesta região repousa sobre a porção do escudo brasileiro denominada de Maciço Central, Maciço do Brasil Central, ou ainda, Maciço Mato-Grossense. Este representa um vasto conjunto de áreas de escudo exposto, exibindo complexas estruturas geológicas, sobre as quais vieram a se depositar sedimentos. O Maciço Mato-Grossense é limitado ao norte pelas Bacias amazônicas, a leste pela Bacia do São

Francisco, a oeste pela borda oriental andina e ao sul-sudeste, pela Bacia de sedimentação do Paraná. Este Maciço apresenta-se soerguido para o sul, onde são encontradas suas maiores altitudes: 800-1200 metros na Serra Azul e 500-800 metros na Chapada dos Guimarães.

Para o norte, o grande conjunto Pré-cambriano inclina-se em direção da Bacia Amazônica, apresentando altitudes médias de 200-500 metros, quebrados pelos relevos divisórios (500-800 metros) dos rios que correm para o Amazonas, tais como: a Serra Formosa, no divisor das bacias dos rios Xingú- Teles-Pires; Serra dos Caiabis-Apiacás, dos rios Teles-Pires -Arinos; Serra do Tombador, dos rios Arinos-Jurema e a serra do Norte, separando as bacias dos rios Jurema-Aripuanã (Moreira, 1977).

2.3 Aspectos Vegetacionais

As informações apresentadas neste item foram adaptadas do projeto RADAMBRASIL (1980). A folha SC.21 - Juruena foi selecionada com intuito de fornecer informações sobre a vegetação da região norte do Estado; a folha SD.21 - Cuiabá foi utilizada para se obter informações dos tipos de vegetação presentes na região central da área de estudo; e a folha SE.21 - Corumbá foi utilizada para a aquisição de dados relativos a vegetação presente na região sul do Estado do Mato Grosso.

- Formação Arbórea Densa (Cerradão): as árvores geralmente apresentam pouco mais de 5 metros de altura, densamente dispostas, cujas copas não se tocam, sem um nítido estrato arbustivo e com um tapete gramíneo ralo, em tufo, podendo ocorrer palmeiras anãs intercaladas e plantas lenhosas rasteiras. Estas áreas quase sempre encontram-se intercaladas com os agrupamentos da formação de fisionomia Arbórea Aberta.

- Formação Arbórea Aberta (Campo Cerrado): as árvores apresentam-se esparsadas, com uma altura variando de 2 a 5 metros, esgalhadas e bastante tortuosas, dispersas sobre um tapete contínuo de hemicriptófitas (gramíneas, principais produtoras primárias com alta rebrota após a queima), intercaladas de plantas arbustivas baixas e outras lenhosas rasteiras, geralmente provida de xilopódios.

- Formação Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo): Essa formação caracteriza-se por um tapete graminoso e ralo em mistura com arbustos eretos e decumbentes, sendo comum à ocorrência de palmeiras anãs.
- Floresta Ombrófila Densa Tropical: ocorre sempre em locais com características bioclimáticas de curto período seco (de 0 a 2 meses) e temperatura acima de 25° C. Sua área de ocupação é diminuída em grandes proporções a medida que avança para o sul. Esta região é constituída de árvores com alturas entre 20 e 30 metros, troncos retos e bem copados que representam os estratos dominantes e co-dominantes. Apresentam um grande número de espécies, muitas de excelente propriedade e de ótima potencialidade de madeira por unidade de área.
- Floresta Estacional Decidual Tropical: compreende uma vegetação sobre solos deficientes de areia quartzosas, localizado entre o contato da Floresta Estacional com uma vegetação de aspecto fisionômico de savana. É caracterizada pela formação Submontana com dossel emergente, em que em épocas desfavoráveis, mais de 60% perdem suas folhas e há um grande número de epífitas. Possui um grande número de plantas graminóides e espécies decíduas, cerca de 50 a 60 por hectare, sobre uma espessa camada de material orgânico não decomposto. A fisionomia de emergentes decíduas é de uma certa homogeneidade de determinadas espécies.
- Formações Pioneiras: são aquelas que ocorrem ao longo dos cursos dos rios e ao redor de depressões fechadas que acumulam água, onde se observam vegetações campestres herbáceas lenhosas de terófitas, geófitas, e às vezes, hemicriptófitas, que podem passar por um processo de sucessão natural. Estas formações ocupam áreas pedologicamente instáveis, com sedimentos pouco consolidados, sob o processo de acumulação fluvial ou lacustre.
- Formação Savana Estépica ou Savana Parque: ocorre geralmente em relevo plano, com altitudes que não ultrapassam 200 metros do nível do mar, com exceção dos testemunhos com bases calcáreas que se distinguem em meio aos terrenos alagáveis, onde se fixam as formações vegetais densas. A vegetação dominante é a graminóide,

seguida de esparsos agrupamentos de vegetação densa, sob um regime de longo período de encharcamento do solo.

2.4 Uso da terra no Estado do Mato Grosso

O Mato Grosso vem ganhando espaço no cenário nacional econômico e político, devido a um grande aumento na produção agropecuária, e relacionado a questões de conservação do ambiente. Serão analisados a seguir os principais fatores que têm contribuído para a mudança no uso e na cobertura da terra para esta região: a agropecuária, as queimadas e o desmatamento.

Hoje, os resultados da ocupação no Estado do Mato Grosso representam um grande impacto no seu meio ambiente original. Este processo gerou uma paisagem modificada, na qual destacam-se manchas de áreas agrícolas e de pastagens, distribuídas em lotes de 50 a 1000 ha, que se dispõem ao redor das grandes propriedades de companhias agropecuárias, e em meio a áreas de remanescentes florestais (Soares Filho, 2001).

Souza et al. (1998) realizaram um estudo na região da Chapada dos Parecis, chegando a conclusão de que as reservas indígenas estudadas sofreram diferentes tipos de pressão por parte do entorno agrícola: primeiramente, as fronteiras de reservas indígenas próximas as de agricultura ostensiva em grandes propriedades não sofreram invasão, e segundo, as fronteiras de reservas indígenas estabelecidas nas vizinhanças de propriedades pequenas ocorreram efetivamente invasões. Segundo estes autores, os vetores desta pressão e mesmo da invasão são as estradas.

Assunção (1987), Derenne et al. (2001) e Anderson et al. (2003) realizaram estudos na região de cerrados do Estado do Mato Grosso, chegando a resultados que apontam um incremento das áreas plantadas para culturas agrícolas, principalmente de soja e milho (Figura 2.3).

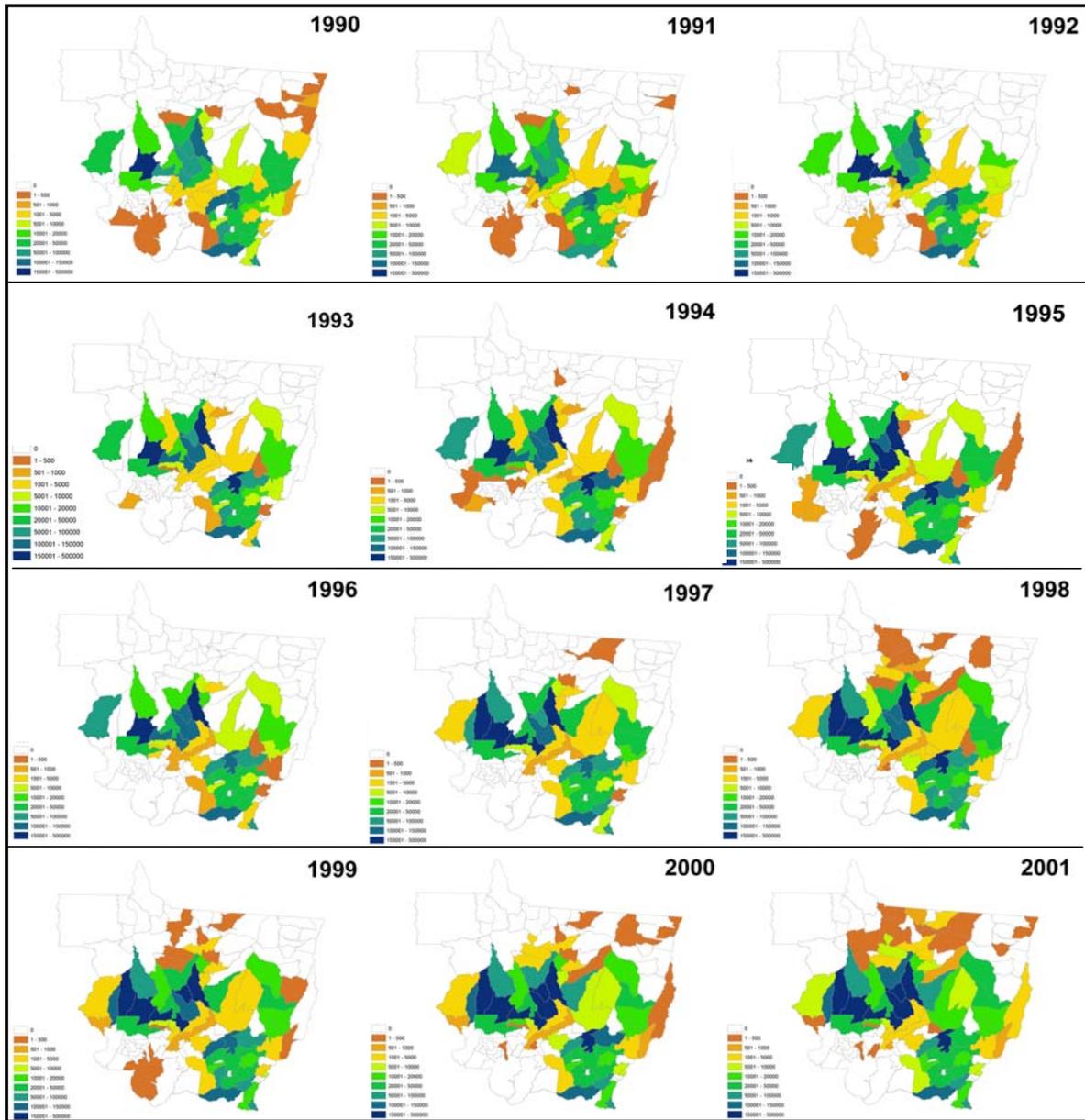


FIGURA 2.3 - Dinâmica da produção de soja (em toneladas) nos municípios do Estado do Mato Grosso, para o período de 1990 a 2001.
 FONTE: Adaptada de IBGE/SIDRA (2003).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DE CAMPO

3.1 Coleta de dados para a avaliação da proporção da cobertura arbórea

Este item descreve a primeira (junho/julho de 2003) de quatro campanhas de campo que teve como objetivo coletar informações para calibrar um mapa de porcentagem de cobertura arbórea para a Região Amazônica (Figura 3.1), realizado por um grupo de investigadores da Universidade de Maryland (UMD) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), coordenados pela Dr. Ruth DeFries e Mathew Hansen da UMD e Dr. Yosio Shimabukuro do INPE, respectivamente.

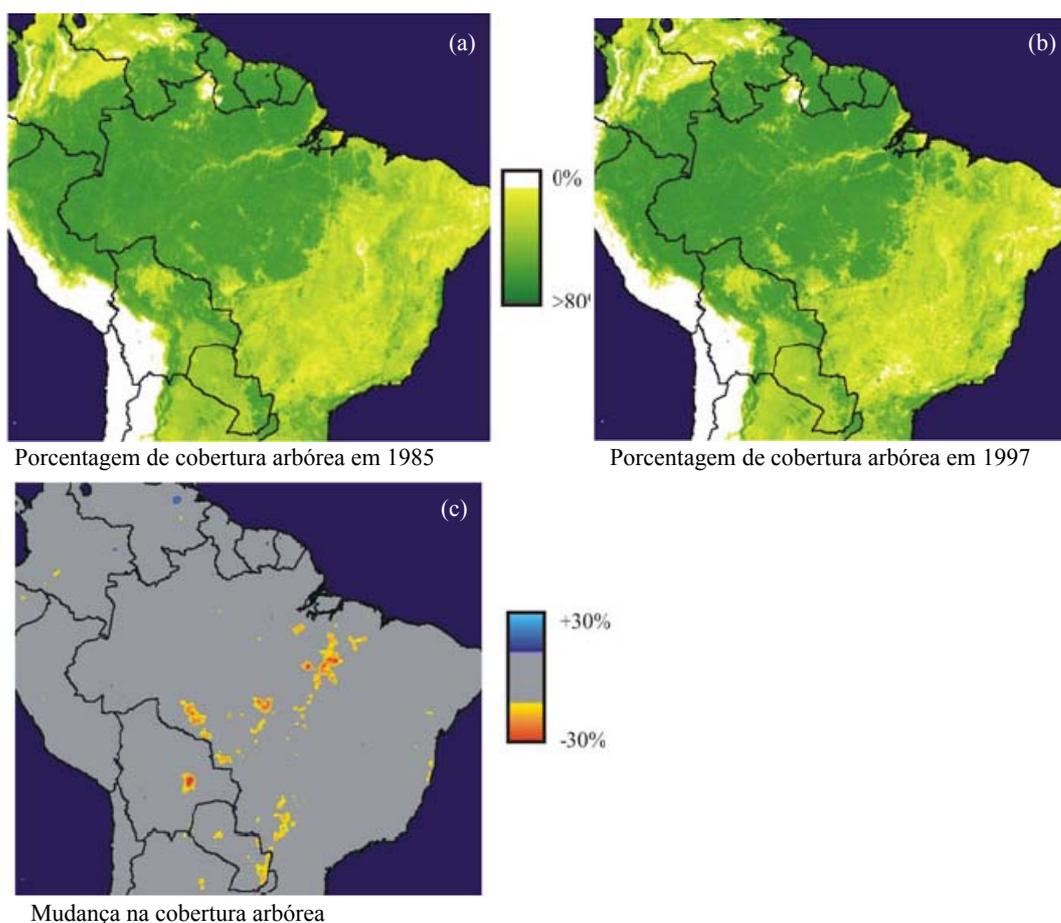


FIGURA3.1 – Mapa de porcentagem de cobertura arbórea para a região Amazônica. Em (a) Porcentagem de cobertura arbórea para o ano de 1985; (b) Porcentagem de cobertura arbórea para o ano de 1997; (c) Detecção das regiões onde ocorreram mudanças com base na alteração das proporções de cobertura arbórea.

Este grupo coletou medidas pontuais da densidade de cobertura arbórea e informações a respeito da estrutura do dossel, através de análise visual e da utilização do densidômetro. As fisionomias vegetais analisadas estavam localizadas ao longo da extensão meridional da Amazônia brasileira (Figura 3.2):

- Nas regiões próximas a cidade de Brasília foram realizadas medidas em: cerrado abertos e densos, campo cerrado, áreas de várzea com formações de buritis, e florestas de mata seca;

Nos estados de Mato Grosso e Rondônia, foram realizadas medidas tanto de áreas de florestas primárias, quanto em florestas com intervenções antrópicas:

- No Estado do Mato Grosso, foram realizadas medidas em floresta primárias, mata de transição, áreas em desenvolvimento sustentável e em florestas degradadas.
- No Estado de Rondônia, foram realizadas medidas em pastagens, áreas em regeneração e floresta primária.

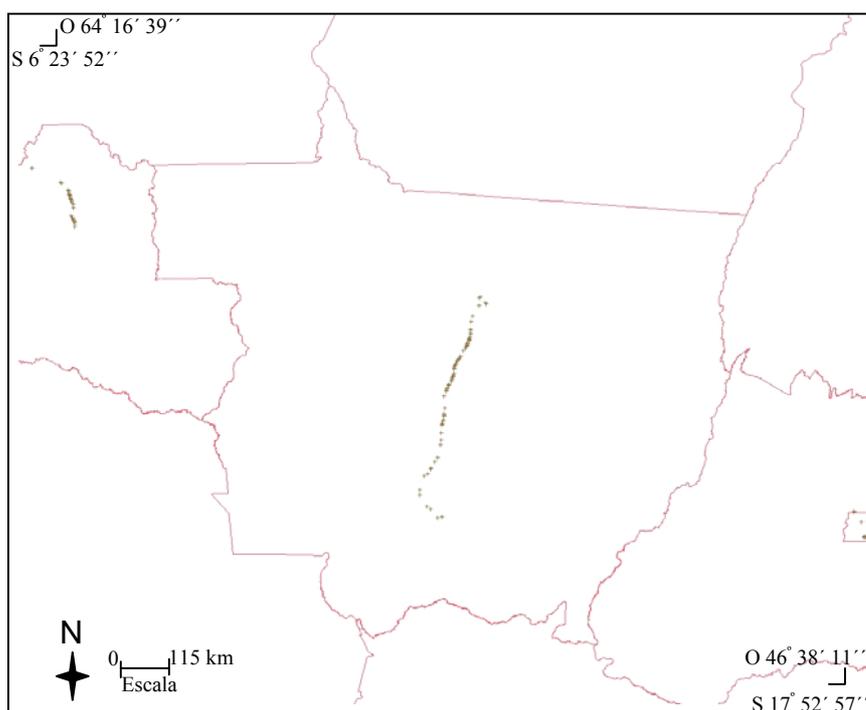


FIGURA 3.2 – Localização dos pontos de GPS coletados durante este trabalho de campo.

As medidas de campo tiveram como objetivo a geração de um mapa de cobertura arbórea, a partir da utilização de dados do sensor MODIS, com resolução espacial de 250 m para a Amazônia brasileira. Adicionalmente, objetivou-se estabelecer parâmetros das medidas de cobertura arbórea para floresta primária utilizando-se para validação os dados adquiridos em campo, de modo a calibrar um produto de alerta de desmatamento para a Amazônia Legal.

Cabe salientar que, este trabalho teve também, como objetivo: a familiarização, por parte dos colaboradores do INPE, com a metodologia utilizada em campo pelo grupo da Universidade de Maryland.

Resumindo, pretende-se que com o mapa de cobertura arbórea e o produto de alerta a ser gerado com os dados MODIS, consiga-se uma oportunidade de se explorar, quase em tempo real, o monitoramento das mudanças da cobertura terrestre para a Amazônia Brasileira.

3.1.1 Metodologia para a realização dos transectos

A coleta dos dados foi realizada através de diversos transectos sob os alvos previamente selecionados, utilizando-se imagens dos sensores IKONOS e ETM+.

Os passos seguidos para a seleção do local para a realização dos transectos foram:

1. Análise das áreas em que haviam cenas IKONOS e Landsat/ETM+ coincidentes;
2. Aplicação de filtragem de textura nas imagens IKONOS para identificação de pixels homogêneos dentro das áreas de vegetação de interesse: cerrado, cerradão, floresta, etc.;
3. Verificação do acesso aos pontos selecionados nas imagens, anotando suas coordenadas no GPS;
4. Uma vez na área escolhida, definia-se a direção dos transectos a serem realizados (Figura 3.3). Em cada transecto, com 100 metros de extensão, foram feitas 147 medidas, sendo realizado cerca de 4 por área selecionada. Este número variou para mais ou para menos, em função do grau de correlação obtido entre as medidas nos transectos. Geralmente, quanto mais homogêneos eram os alvos, menor o número de transectos.

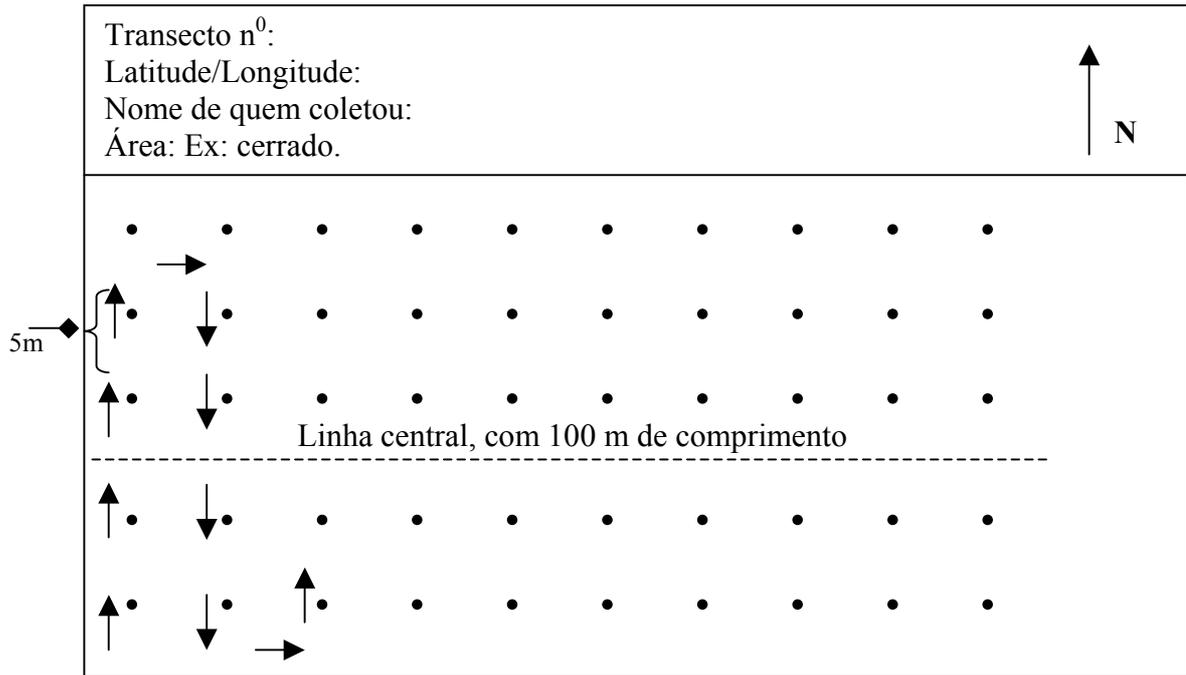


FIGURA 3.3 - Exemplo de transecto realizado para cada área selecionada. A distância entre cada ponto é de 5 metros. A área tracejada é a linha central, com uma medida de 100 metros de comprimento. A partir da mesma foram coletadas medidas de 5 e 10 metros paralelos à reta central.

Estas medidas foram realizadas com um densidômetro (Figura 3.4) que coleta medidas pontuais. Nos transectos realizados, contabilizaram-se apenas as árvores com altura superior a 5 m e diâmetro na altura do peito (DAP) maior que 5 cm. Informações a respeito da estrutura da vegetação, como por exemplo presença de arbustos, lianas e gramíneas foram também anotadas.



FIGURA 3.4 – Densidômetro utilizado para a coleta de informação de porcentagem de cobertura arbórea no trabalho de campo. Este equipamento coleta apenas uma medida pontual.

5. Uma vez coletados, estes dados foram importados para o aplicativo Excel, onde se calculou a porcentagem da cobertura arbórea dos alvos selecionados (Figura 3.5);

Site Name: Cerradao
 IBGE, 25_06_03
 NW Corner: 15 56 22.7 S, 47 51 26.5 W

	Hit	Gap	Total miss	5	2	Nada					
Transect 1	14	7	84	34	NA	NA					
Transect 2	59	18	22	43	NA	NA	Crown	255	0,761194	Canopy:crown ratio	
Transect 3	70	14	21	20	NA	NA	Canopy	0,576119		0,756863	
Transect 4	64	30	32	43		46	NA				

For transects 2-4 (335 points) in the cerradao region

Transects 1-2 didn't record areas <2 m.
 Transect 3 didn't record vegetation less than 5 meters when vegetation over 5 meters existed.

Description: site burned in 1999. Transect 1 was really in a cerrado vegetation zone, not cerradao. The patch was small and narrow (running east-west).
 Some cipos in the more dense area. Tree heights were a gradient, as were tree densities (see biomass estimate). Tree heights (approximate) T1=3-7 m
 T2=4-10m, T3=6-12, T4=6-12.

Site Name: Mata Seca Sempre Verde
 North of Brasilia
 NW Corner: 15 28 34.4, 48 05 20.1

	Hit	Gap	Total miss	5	2	Nada (0)	Dead	total points			
Transect 1	33	8	6	24	32	3		47	Crown	0,932624	Canopy:Crown Ratio
Transect 2	37	5	1	17	16	10		43	Canopy	0,730496	0,78327
Transect 3	49	13	4	26	27	14		66			
Transect 4	87	31	8	40	51	36		126			
								282			

Transects have different number of points.. as noted in last column. Mata Seca ended at hillside, where it was more semi-deciduous. Ruth has photos. Esinhos foram €

FIGURA 3.5 – Exemplo de cálculos realizados com as medidas dos transectos em uma planilha Excel.

- O processamento destes dados ainda esta em fase de execução e compreende a comparação entre o produto do MODIS e os resultados do campo, não abordado neste relatório.

3.2 Coleta de dados para geração do mapa de cobertura da terra

Para a geração de um mapa da cobertura da terra, realizou-se um trabalho de campo nos meses de junho/julho de 2003, onde foram coletados pontos de GPS para a caracterização de algumas fisionomias vegetais e de uso da terra. A região do Estado do Mato Grosso visitada pode ser observada na Figura 3.6.

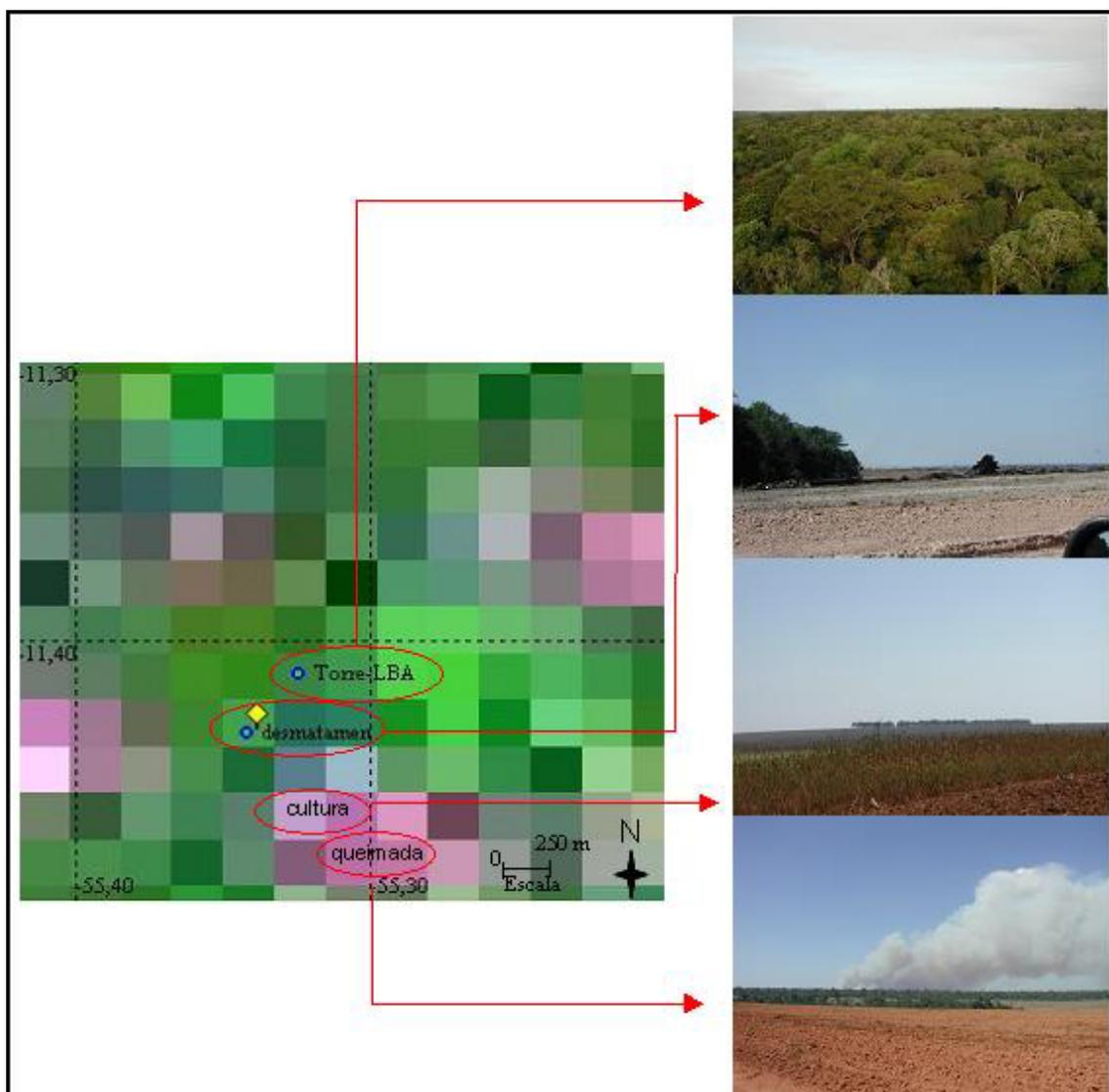


FIGURA 3.7 - Detalhe dos pontos visitados no trabalho de campo em junho/julho de 2003 coletados com GPS, em algumas das fisionomias mais comuns visitadas. A imagem é referente ao mesmo período no ano de 2002.

As informações adquiridas em campo foram utilizadas para direcionar algumas das amostras utilizadas para a geração da assinatura espectral das diferentes fisionomias vegetais. Maiores Detalhes sobre a metodologia para a geração do mapa de cobertura da terra pode ser encontrado em Anderson (2004).

O mapa final da cobertura da terra para o ano de 2002 pode ser observado na Figura 3.8.

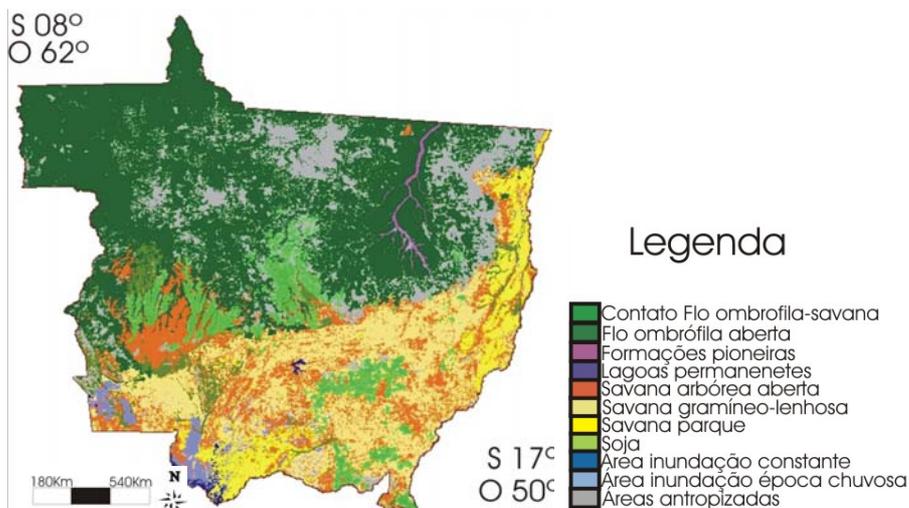


FIGURA 3.8 – Mapa de cobertura da terra para o Estado do Mato Grosso para o ano de 2002.

3.3 Coleta de dados para avaliação do mapa de cobertura da terra

Para a validação do mapa da cobertura da terra gerado (Figura 3.8), realizou-se um trabalho de campo nos meses de outubro/novembro de 2004, onde foram coletados pontos de GPS para a avaliação da classificação do mapa de cobertura gerado e utilizado também para atualização das áreas onde ocorreram mudanças (desmatamentos e novas áreas de cultura de soja). A região do Estado do Mato Grosso visitada pode ser observada na Figura 3.9.

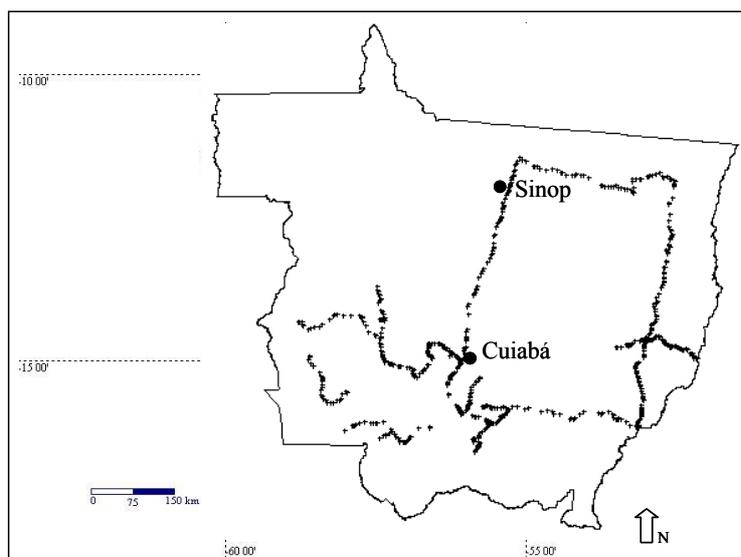


FIGURA 3.9 - Regiões visitadas durante o trabalho de campo em outubro/novembro de 2004.

A escolha das áreas para visita nesta região do Estado foram selecionadas com base em uma análise visual do comportamento espectral de regiões em que não foram possíveis inferir com imagens MODIS e imagens de resolução espacial mais fina qual o tipo de cobertura da terra da região.

Um exemplo de uma área com estas características pode ser observado na Figura 3.10. Nesta Figura, observam-se nos itens (a) e (b) duas cenas MODIS para o ano de 2002, a primeira referente a fevereiro (estação chuvosa) e a segunda referente a agosto (estação seca). No retângulo ressaltado em vermelho, observa-se uma área que apesar de ter sido classificada como Savana gramíneo-lenhosa, nota-se que na estação seca, a resposta espectral do solo não é tão evidente quanto nas demais áreas classificadas como o mesmo tipo de formação vegetal. No subitem (c) da Figura 3.10, observa-se esta mesma área em uma imagem TM Landsat, com uma resolução espacial de 30 metros. Ao realizar uma análise visual desta cena, observa-se que não existe um padrão no uso da terra, indicando que provavelmente não é uma área de agricultura. Desta forma, com base nos questionamentos levantados, realizou-se uma visita a esta área, com o objetivo de analisar se existia uma formação de Savana gramíneo-lenhosa com uma composição florística e estruturas diferentes, ou se esta área poderia ter algum uso que não foi

possível identificar nas imagens (nem pelo padrão nem pela resposta espectral da vegetação). No subitem (d) observam-se fotografias tiradas em campo em uma parte desta região de interesse. Nesta área observaram-se pastagens (a resposta espectral geralmente é bem similar a áreas de cerrado, devido ao tipo de cobertura e a forte influência da sazonalidade), com uma grande cobertura de árvores e palmeiras. Provavelmente, devido a esta cobertura de árvores, na estação seca a resposta espectral do solo não fique tão evidente. Além disso, uma outra possibilidade está associada ao tipo de solo da região. Caso este solo seja mais profundo e argiloso que os solos encontrados nas outras regiões com Savana gramíneo-lenhosa, é possível que a vegetação não sofra tanto o impacto da seca, permanecendo com as gramíneas sempre verdes durante os meses sem chuvas. Outra característica desta área é o processo de utilização do fogo nos manejos das pastagens, mostrando intenso uso desta região.

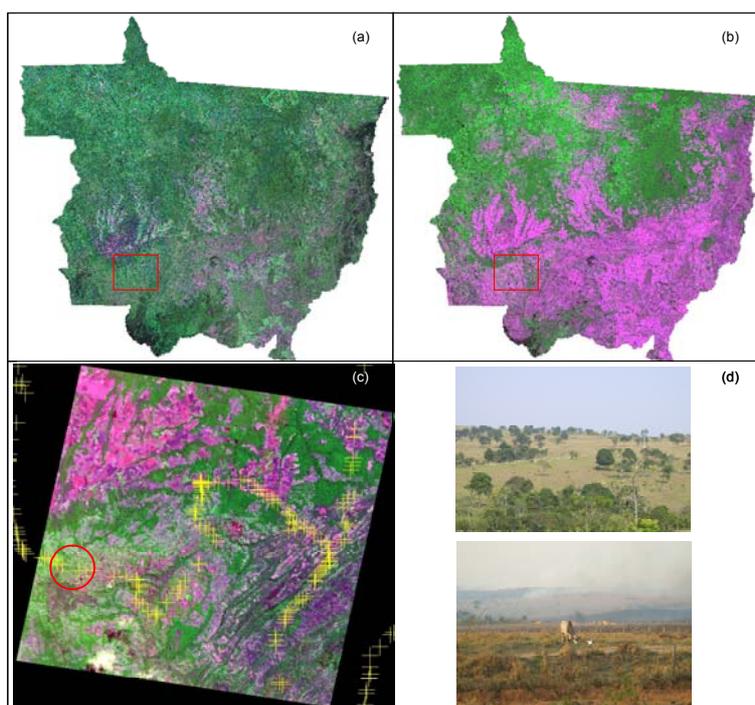


Figura 3.10 - Exemplo de uma área visitada devido a duvidas na classificação e na identificação da feição em análise visual de imagens. Em (a) observa-se uma imagem MODIS do ano de 2002 no mês de fevereiro; em (b) observa-se uma imagem MODIS do ano de 2002 no mês de agosto; (c) imagem ETM+, com o percurso percorrido em amarelo e no detalhe em vermelho ressalta-se a área de duas fotos tiradas durante a visita desta área (d).

3.4 Coleta de dados para avaliação da detecção de desmatamentos

O trabalho de campo para a avaliação de detecção de desmatamentos foi realizado no período de julho de 2004 e março de 2005, no Estado do Mato Grosso. Este trabalho apresentou dois objetivos: avaliar os resultados obtidos com diferentes técnicas de processamentos de imagens para a detecção de desmatamentos; e avaliar os resultados preliminares do projeto DETER (Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real, Figura 3.11), realizado pelo INPE.

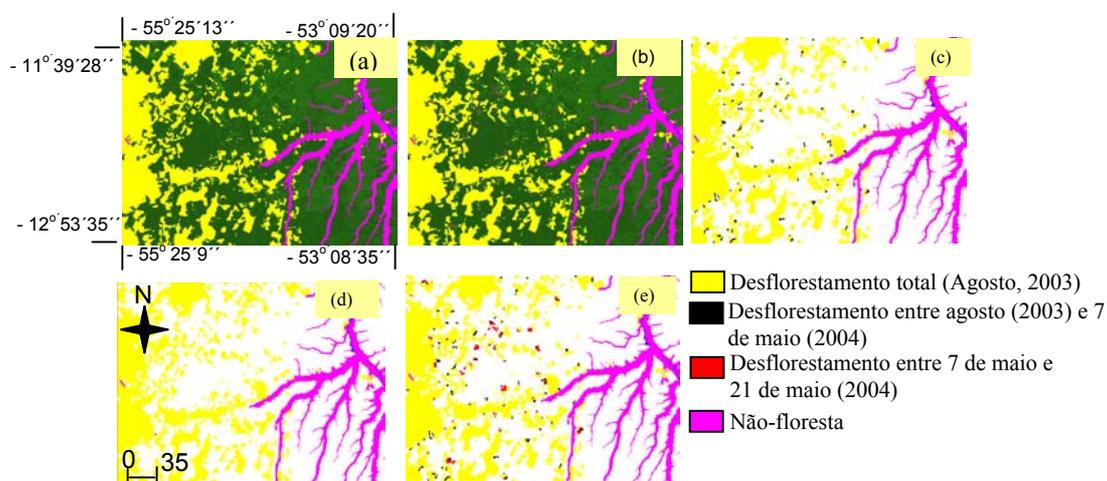


FIGURA 3.11 - Exemplo da metodologia e resultado do projeto DETER para uma área próxima a Reserva Indígena do Xingu (MT), para o período de maio de 2004. Em (a) observa-se uma máscara gerada sobre uma composição colorida, mostrando a floresta em agosto de 2003; (b) Composição colorida do dia 7 de maio de 2004, mostrando os novos desmatamentos que ocorreram entre agosto de 2003 e maio de 2004; (c) Classificação dos polígonos de desmatamentos (em preto) após a correção do intérprete; (d) Incorporação dos novos polígonos detectados na máscara de desmatamento total; (e) O mesmo procedimento é aplicado à imagem do dia 21 de maio de 2004, em que uma nova máscara é gerada.

A metodologia utilizada para a definição das áreas prioritárias para a visita em campo foi baseada em um estudo preliminar de desmatamentos detectados segundo diversas metodologias aplicadas às imagens MODIS no período de maio, junho e início de julho de 2004. Segundo a localização dos polígonos de desmatamento detectados, foram selecionadas imagens Landsat, que possuem uma melhor resolução espacial. As órbita/ponto utilizadas foram: 225/69, 226/68 e 226/67.

Com o objetivo de direcionar a seleção das áreas para validação, utilizou-se como critério:

- a distâncias dos desmatamentos detectados em relação a estradas;
- a forma e tamanho destes desmatamentos;
- áreas coincidentes entre as imagens ETM+ e MODIS.

Foram visitadas áreas que possuíam diversas classes de tamanhos de desmatamentos (separados em 0-3 ha 3-10 ha 10-20 ha >20 ha) de forma a avaliar a consistência dos resultados obtidos para a diversidade de padrões encontrados. Estas visitas foram realizadas utilizando-se um GPS conectado a um computador portátil, de forma que as imagens classificadas foram verificadas pixel a pixel em tempo real.

Durante a campanha de campo, foram observados 120 polígonos de desmatamentos, variando em tamanho de 6.25 ha a 2.550 ha. Para cada um dos polígonos visitados, foram tomados pontos de GPS nas estradas ao longo dos limites das áreas alteradas e quando possível, ao redor de todo o perímetro. Um exemplo de algumas áreas visitadas mostrando diversas fases do processo de desmatamento pode ser observado na Figura 3.12.

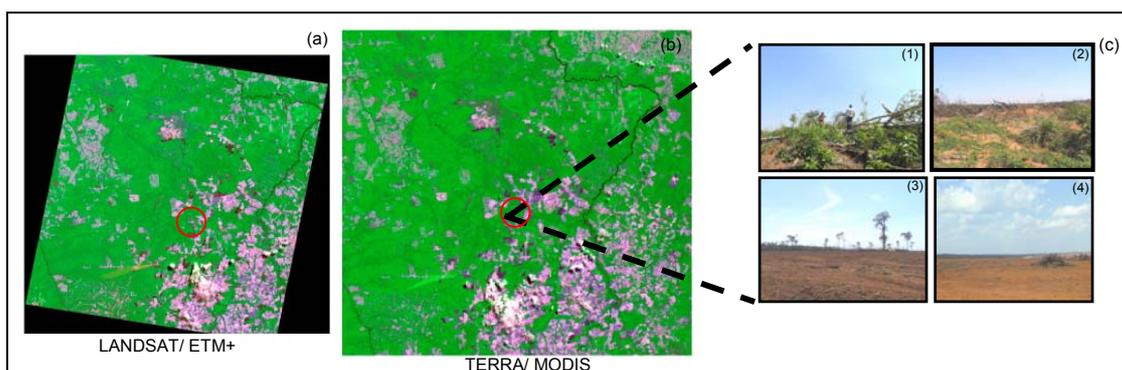


FIGURA 3.12 - Exemplo de uma região visitada. Localização de uma área visitada e uma cena ETM+ (a) e em uma imagem MODIS (b). Em (c) observa-se desmatamentos em diversos estágios de desenvolvimento, seguindo a seqüência de 1 a 4.

Nesta missão de campo, observaram-se nas áreas visitadas processos de desmatamentos em diversas etapas, e foi possível constatar a forma com que estas novas áreas são abertas. Geralmente, a primeira fase constitui-se da queima do sub-bosque seguindo-se do corte das árvores. A etapa seguinte é a utilização do fogo para diminuir a quantidade de material sobre o solo, e este processo pode ser repetido diversas vezes, até que apenas uma pequena quantidade de troncos grandes ainda permaneça no local. Assim, o acesso de tratores torna-se possível dentro da área aberta. Utilizando-se deles, são formadas leiras ou empilhamentos dos materiais, para mais uma vez, queimar e desta forma, terminar a abertura do terreno. A partir deste momento, inicia-se a preparação do solo para a agricultura.

O tempo necessário para o total desmatamento e preparação do solo para a agricultura parece ser variável. Durante este trabalho, visitaram-se áreas que, segundo as detecções apontadas nas imagens multitemporais haviam sido realizadas em períodos diferentes, mas não necessariamente os desmatamentos ocorridos primeiro estavam em fase mais avançada que os mais recentes. Os resultados preliminares deste trabalho podem ser encontrados em Morton et al. (2005).

3.5 Coleta de dados para avaliação de unidades de conservação e territórios indígenas

A estruturação deste trabalho de campo foi baseada em resultados preliminares de uma análise da representatividade das formações vegetais no Estado do Mato Grosso nas Unidades de Conservação (UC) e Territórios Indígenas (TI) (Lima et al., 2004), a partir da integração de mapas das localizações destas unidades com um mapa da cobertura da terra (Anderson, 2004).

Os resultados encontrados por Lima et al. (2004) apontaram a presença de áreas de cultivo de soja e intensa antropização em algumas UC e TI. Desta forma, esta missão de campo foi direcionada para a visita destas áreas mostradas na Figura 3.13.

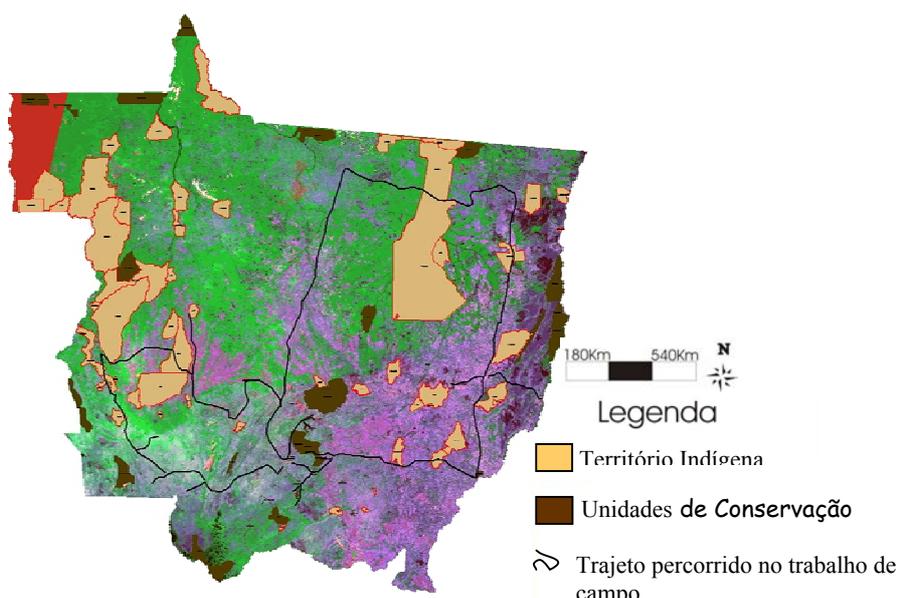


FIGURA 3.13 – Mapa utilizado para a identificação de áreas a serem visitadas, com a localização das Unidades de Conservação, Territórios Indígenas e trajeto percorrido durante o trabalho de campo.

As imagens utilizadas para a execução deste trabalho de campo foram: ETM+ órbita/ponto: 223/70, 224/67, 224/70, 224/71, 225/67, 225/71, 226/67, 226/70, 226/71, 227/70, 227/71, 228/69, 228/70, 228/71, 229/68, 229/70 de agosto de 2003 a setembro de 2004 e imagem MODIS, produto MOD9GHK tile H12 V10 de 28 de setembro de 2004. Além destas imagens utilizou-se também um aparelho GPS, computador portátil e o aplicativo FUGAWI para visualização do trajeto de campo percorrido em tempo real sobre às imagens.

Foram coletadas informações referentes a 923 pontos durante todo o trajeto percorrido, e apontadas anotações referentes à classe de cobertura da terra segundo o mapa já existente, como: área antropizada (discriminando quando se tratava de soja), formações savânicas e formações florestais, observados dentro ou nos limites das UC e TI.

A escolha dos pontos de coleta foi baseada na observação dos elementos que compunham a paisagem e nas imagens MODIS e ETM+ inseridas no aplicativo Fugawi. Ao se constatar pela visualização no campo e na imagem que, um dado elemento era

representativo em uma paisagem, coletavam-se suas coordenadas e se tomava nota de qual tipo de cobertura se tratava.

As áreas visitadas foram selecionadas segundo o critério da passagem de estradas em seu interior ou limites, já que não foi possível a aquisição de autorização com antecedência dos órgãos responsáveis. Na Tabela 3.1 observa-se uma lista das áreas visitadas.

TABELA 3.1 – Terras Indígenas Visitadas no Trabalho de Campo.

Terras Indígenas	Vias de tráfego: Se interna a reserva = SIM; Se externa, mas próximo ao limite = NÃO.
Areões	SIM
Capoto Jarina	SIM
Irantxe	NÃO
Maratwasede	SIM
Mernre	SIM
Nambikwara	NÃO
Paraburere	NÃO
Pimentel Barbosa	NÃO
Sangradouro	SIM
Saráré	NÃO
Utiariti	SIM
Vale do Guaporé	SIM
Xingu	SIM

Observou-se no trabalho de campo, que em diversas áreas de Territórios Indígenas, havia cultivo da cultura de soja, principalmente nas localizadas em áreas antes ocupadas com a formação vegetal de cerrado (Figura 3.14).



FIGURA 3.14 – Foto da terra indígena Paresi, localizada na região da chapada dos Parecis, onde predomina-se a formação Savana Arbórea Aberta. Ao fundo, observa-se área preparada para o cultivo da soja.

Em atividades agrícolas, como o cultivo da soja, consideradas de alto investimento, foi relatado que existe um padrão no processo de mudança do uso da terra. A princípio, é realizado um arrendamento da terra dentro dos limites do TI por fazendeiros. Em um segundo momento, os próprios indígenas já capitalizados começam o cultivo. Há também casos em que os indígenas com documentos civis conseguem linhas de financiamento e tornam-se produtores de soja.

Outro padrão encontrado ao redor de UC e TI foi a presença de atividades agropecuárias, fazendo destas áreas verdadeiras “ilhas verdes” (Figura 3.15). Este fato evidencia o alto grau de pressão que as áreas de remanescentes de formações vegetais vêm sofrendo, podendo afetar a diversidade florística e faunística, quando já não em processo de antropização.



FIGURA 3.15 – Terra indígena Paredão (a); (b) limite da fronteira entre área agrícola com solo preparado para o cultivo de soja e a reserva Indígena Paredão ao fundo.

Um terceiro padrão de uso da terra dentro de TI foi observado. Este refere-se a áreas antropizadas (antigas fazendas agropecuárias) que foram incorporadas as TI devido a recente demarcação de seus territórios. Segundo a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) (comunicação oral, durante a visita a este órgão em Cuiabá) estas atividades podem prosseguir com os próprios Índios. Este caso pode ser observado na TI Marãiwatsede homologada em 1999, na qual a atividade pecuária continua sendo praticada.

Observou-se também durante esta campanha de campo invasões da TI's por fazendeiros ou madeireiros. Geralmente os fazendeiros tomam posse de parte das TI's quando estas ainda não foram homologadas, fato bastante comum devido a lentidão no processo de criação de uma TI. Em relação às invasões de madeireiros, muitas vezes estas ocorrem com o consentimento indígena que chegam a indicar os locais das árvores nobres, e em troca, geralmente, recebem alimentos (cestas básicas).

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo encontram-se algumas considerações relacionadas aos trabalhos de campo realizados.

Em relação à avaliação da proporção da cobertura arbórea para diferentes formações vegetais, temos que o trabalho possibilitou uma maior interação entre as pessoas, permitindo uma transferência de experiências neste tipo de trabalho. Conseguiu-se assimilar a metodologia utilizada para a obtenção de cobertura arbórea. Foram sanadas ainda, algumas dúvidas sobre o produto MODIS de campos contínuos, suas etapas, a finalidade de cada etapa, os “softwares” necessários para o seu emprego, entre outras informações.

O objetivo final será utilizar esta metodologia para os demais campos e tentar adaptar este produto anual de 500m de resolução para a região amazônica, criando um sistema de alerta mensal de degradação da cobertura arbórea e de maior resolução espacial (250m). Para tanto, pretende-se realizar trabalhos de campo, em algumas áreas específicas da Amazônia Legal, necessárias a obtenção de um produto campos contínuos preciso para a região.

Em relação aos trabalhos de campo relacionados à aquisição de dados para a geração e avaliação de um mapa da cobertura da terra, concluiu-se que os dois trabalhos de campo realizados foram imprescindíveis para a geração de um mapa de cobertura da terra condizente com a realidade segundo a resolução espacial dos dados utilizados e características dos alvos detectados. O resultado final da classificação da cobertura da terra foi considerado satisfatório, pois permitiu o mapeamento de um maior número de classes que os mapas já gerados com sensores de baixa resolução espacial, temporal e espectral.

O segundo trabalho de campo permitiu a avaliação do mapa gerado, e os dados adquiridos estão sendo utilizados para a realização de uma atualização deste mapa para o ano de 2004.

Os resultados obtidos com a metodologia utilizada para a avaliação da detecção de desmatamentos mostrou-se bastante adequada aos objetivos de avaliação de desmatamentos de diversos tamanhos e em diferentes fases. Um ponto crucial foi a utilização de GPS conectado a um computador portátil, coletando pontos em tempo real e observando-os nas imagens, comparando com os locais que estavam sendo visitados. Isso possibilitou avaliar os mapas de desmatamento gerados com base nos processos que ocorrem no campo. Por exemplo, áreas que já estavam desmatadas, na fase em que ainda se encontram árvores caídas, não foram consideradas desmatadas nas análises com os dados orbitais devido ao fato de se observar resposta espectral de vegetação.

Em relação a coleta de dados para a avaliação do grau de conservação das UC e TI, verificou-se a existência de um processo de antropização no sentido de abertura de áreas para agricultura mecanizada dentro destas áreas. Estes dados mostram que UC e TI não asseguram a integridade das formações vegetais onde estes se localizam, e torna-se claro a necessidade de estabelecer um melhor monitoramento das UC, e aumentar os debates em relação a consideração de TI como áreas de preservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, L.O. **Classificação e monitoramento da cobertura classificação e monitoramento da cobertura vegetal do Estado do Mato Grosso utilizando dados multitemporais do Sensor MODIS**. 2004. 247p. (INPE-12290-TDI/986). Dissertação (Mestrado EM Sensoriamento Remoto), São José dos Campos: 2005.
- Anderson, L.O.; Mendoza, E.H.R.; Shimabukuro, Y.E. Avanço da soja sobre os ecossistemas cerrado e floresta no Estado do Mato Grosso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003.
- Assunção, G.V. **Avaliação do incremento de áreas preparadas para plantio no Estado do Mato Grosso entre os anos 84/85 e 85/86 utilizando dados Landsat**. São José dos Campos: INPE, nov. 1987. 29 p (INPE-4416-RPE/557).
- Derenne, M.; Setzer, A.; França, H. O cinturão de soja e milho em Mato Grosso nos mosaicos IVDN/AVHRR. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 41-49.
- Hansen, M.C.; DeFries, R.S.; Townshend, J.R.G.; Marufu, L.; Sohlberg, R. Development of MODIS tree cover validation data set for Western Province, Zambia. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 320-335, 2002.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **SIDRA**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11>. Acesso em: 05 jan. 2003.
- Lima, A.; Anderson, L.O.; Shimabukuro, Y.E. Avaliação da Representatividade dos Diferentes Tipos de Formações Vegetais nas Unidades de Conservação e Territórios Indígenas do Estado do Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 4., 2004, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2004. 1 CD-ROM.
- Moreira, A.A.N. Relevô. **Geografia do Brasil. Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 364 p.
- Morton, D.C.; DeFries, R.S.; Shimabukuro, Y.E.; Anderson, L.O.; Espírito-Santo, F.D.B.; Hansen, M.C.; Carrol, M. Rapid Assessment of Annual Deforestation in the Brazilian Amazon using MODIS data. **Earth Interaction**, 2005 (aceito para publicação).
- Nimer, E. Clima. **Geografia do Brasil. Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 364 p.
- RADAMBRASIL Departamento Nacional de Produção Mineral **Folha SC. 21 - Juruena. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: DNPM, 1980. 456 p. (Levantamento dos Recursos Naturais, v.20).
- Singh, A. Digital change detection techniques using remotely sensed data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 10, n. 6, p. 989-1003, 1989.

Soares Filho, B.S. Fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e dinâmica fundiária no norte do Mato Grosso. In: In: Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10. , 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 987-995.

Souza, I.M.; Martini, P.R.; Duarte, V.; Moreira, M.A.; Aulicino, L.C.N.; Rodriguez Yi, J.L.; Shimabukuro, Y.E.; Rudorff, B.F.T. Parques indígenas e fronteiras agrícolas na Chapada dos Parecis (MT): uma análise temporal por imagens TM-LANDSAT. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1998. 1 CD-ROM.