

## **Dinâmica de uso das terras em área marginal ao reservatório da PCH Manso, Chapada dos Guimarães (MT), por meio da utilização de imagens Landsat e CBERS.**

Normandes Matos da Silva<sup>1</sup>  
Suelen da Veiga Borges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará – UFPA/Campus Altamira  
Rua Cel. José Porfírio, 2515 – São Sebastião  
normandes@usp.br

<sup>2</sup>Rua 64, Quadra 09, Casa 05 CPA 03 Setor 04  
CEP 78058-458 Cuiabá-MT, Brasil.  
Suebio\_fenf@yahoo.com.br

**Abstract.** This study is to compare temporal patterns of land use and occupation from 1990 to 2005; assess the scenarios of change in land use and cover using the tool of remote sensing. We used images from the Landsat satellites, sensor TM and CBERS 2, CCD sensor. To assess the dynamics of land use on the banks of the reservoir of Manso, was done away with a map program SPRING, which was subsequently reviewed in conjunction with the maps of remaining plants and use of land for the years 1990 and 2005. For each track distance was estimated the gain or loss of area in hectare for each class mapped. The areas of riparian had a greater loss of native vegetation cover of 911 hectares. The field closed to win 269.59 ha in the range of 0-1200 m reduction of 445.67 ha, in the range of 1200-9600 m. In fifteen years to pasture showed a decrease of 87.82 ha only in the range of 0-50m from the edge of the reservoir, increasing 1329.37 ha, on the other tracks relations. This represents a human disturbance to the National Park of Chapada dos Guimaraes, which is located approximately 26 km of the study area. Images of the CBERS-2 satellite Landsat-5 and provided the preparation of maps in time series, which is fundamental to understanding the pattern of land use and occupation of regions with strong human pressures, is the case of Cerrado Mato-grossense.

**Palavras-chave:** remote sensing, temporal evolution, geotechnical, maps, hydroelectric, sensoriamento remoto, evolução temporal, geotecnologia, mapas, hidrelétrica.

### **1. Introdução**

Nas últimas décadas, o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de dados provenientes do Sensoriamento Remoto tem possibilitado o avanço acelerado de pesquisas direcionadas à compreensão dos padrões de uso e ocupação das terras (Florenzano, 2002).

O avanço das chamadas geotecnologias permitiu a realização de análises temporais, que possibilitam o estudo das mudanças na paisagem. Estudos sobre padrões de uso da terra, em escala temporal, auxiliam no entendimento de fenômenos associados à ocupação de uma determinada região. Assim, a análise multitemporal (Langley et al., 2001) permite detectar as mudanças pelas variações presentes na série analisada. Este tipo de análise é de imprescindível importância para monitorar áreas desflorestadas (Maselli, 2004).

Comumente as técnicas de geoprocessamento lidam com o processamento informatizado de dados georreferenciados, por meio de programas de computador que permitem a manipulação de informações geográficas. Para Chrisman (1997, apud Miranda 2005) os

Sistemas de Informações Geográficas, representam um sistema de computadores e periféricos, programas, dados, pessoas, organizações e instituições com o propósito de coletar, armazenar e disseminar informações sobre áreas da Terra.

Florenzano (2002) explica que o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter dados e outros tipos de imagens da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície à distância, sem o contato físico entre o sensor e a superfície da Terra. Essa tecnologia é importante no estudo das modificações impostas ao ambiente pela atividade humana, tais como EIA/RIMA.

No Estudo de Impacto Ambiental da PCH de Manso, situada próxima a Cuiabá, capital de Mato Grosso, consta que os impactos negativos do empreendimento são suportáveis, e seriam notados principalmente na fase inicial do enchimento do reservatório. Os impactos positivos, apreciáveis desde o início da construção, seriam gradativamente reconhecidos e valorizados através de implantação dos projetos ambientais, transformando a hidrelétrica de Manso num fator de preservação, conservação e mesmo de melhoria das condições ambientais (Furnas, 1988). A pequena central hidrelétrica (PCH) de Manso foi construída em parceria com a iniciativa privada e está localizada no rio Manso, principal afluente do rio Cuiabá. Possui potência instalada de 212 MW, sendo projetada para atender ao conceito de usos múltiplos do reservatório e da água (Furnas, 1988).

No intuito de estudar a dinâmica de ocupação e uso das terras, marginais ao reservatório da PCH de Manso, num intervalo de quinze anos, é que apresentamos o presente trabalho.

Desse modo, os objetivos foram os de comparar a evolução temporal dos padrões de uso e ocupação das terras no período de 1990 e 2005; avaliar os cenários de mudança no uso e cobertura das terras, bem como identificar e mapear o uso das terras utilizando-se da ferramenta sensoriamento remoto com imagens TM do satélite Landsat e CCD do satélite CBERS adquiridas em períodos distintos.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1. Área de Estudo**

A área de estudo, localiza-se na região centro-sul do Estado de Mato Grosso (Figura 1), totalmente inserida no município de Chapada dos Guimarães, coordenadas 17°01'19.62" S a 13°58'53.23" S e 58°00'52.73" W a 53°57'22.87" W, no limite oeste do Reservatório de Manso (Figura 2). A área estudada possuiu 12328,32 hectares.

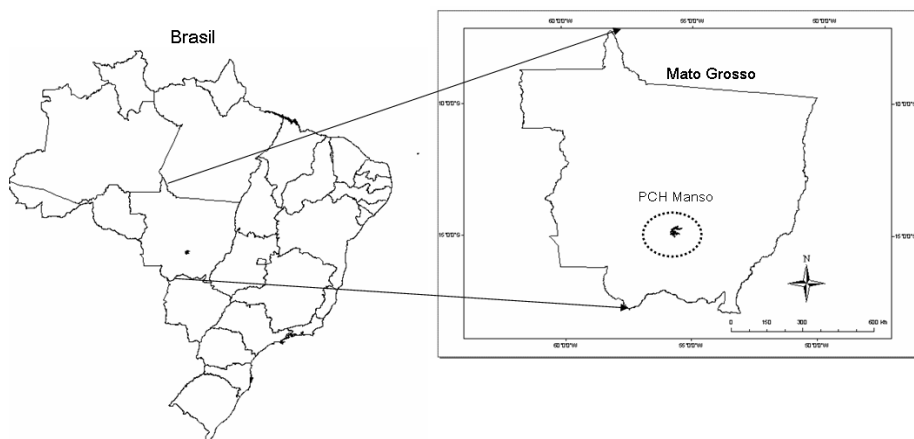


Figura 1- Contextualização da área de estudo

A altitude da região varia de 200 a 800 metros. Em direção à depressão cuiabana temos 150 m (sul) e 450 m, nos setores mais elevados ao norte (Pcbap, 1997). Quanto à pluviosidade, verifica-se que a taxa anual varia de 1800 a 2000 mm (Cuiabá, 2007) e a umidade relativa nos meses de novembro a abril é inferior a 80% e nos meses secos, inferior a 60%. Os valores de precipitação não diferem do que é esperado, em média, para o bioma Cerrado como um todo (Coutinho, 2002). Encontra-se delimitadas por bordas erosivas e patamares estruturais, com os Planaltos da Casca, Alcantilados e Arruda-Mutum, bem como a Depressão Cuiabana. Apresenta em geral, o relevo aplainado com drenagem de pequenos córregos pouco entalhados e amplos interflúviais.

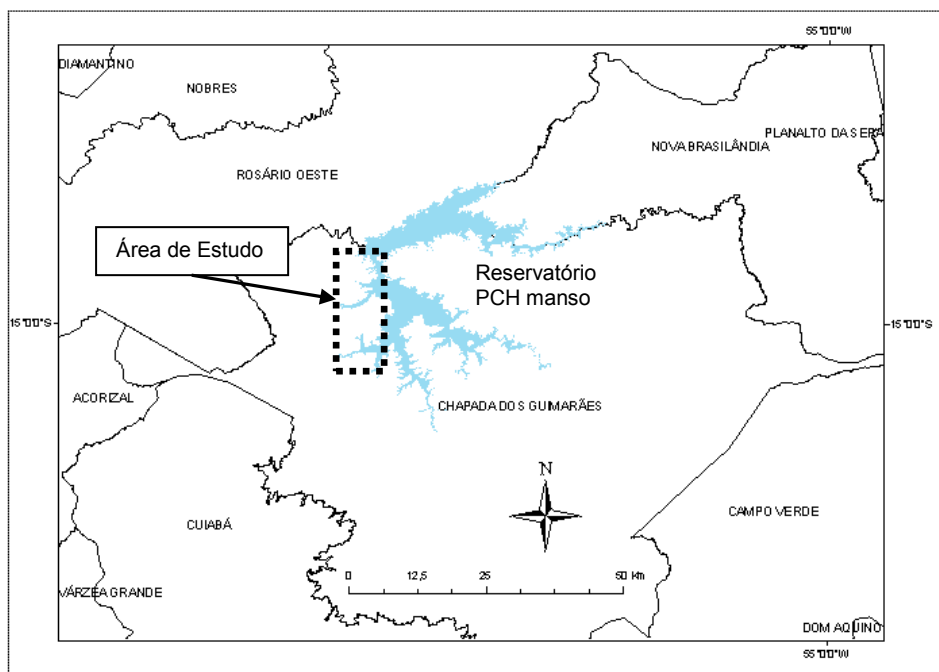


Figura 2- Localização da área de estudo em Chapada dos Guimarães – MT (1990)

O Cerrado que compõe a área de estudo é constituído por uma vegetação de savana, formada principalmente por gramíneas, que coexistem com árvores e arbustos esparsos e ocupam uma área aproximada de dois milhões de km<sup>2</sup> (Alho e Martins, 1995). A fauna do Cerrado, de forma geral, é rica, apesar dos baixos níveis de endemismos. Estima-se que

existam mais de 400 espécies de aves, 67 gêneros de mamíferos não voadores e 1000 espécies de borboletas (Alho & Martins, 1995).

A barragem está implantada no Rio Manso, logo a jusante da foz do rio Casca, em região limite com os municípios de Cuiabá e Rosário Oeste. A Usina de Manso possui um reservatório que atinge uma área de 427 km<sup>2</sup> nos municípios de Chapada dos Guimarães e Nova Brasilândia.

## **2.2. Procedimentos Metodológicos**

Os mapas foram gerados e analisados por meio do aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 4.1.1 (Câmara, 1996). Para esta pesquisa foram utilizadas imagens provenientes dos satélites Landsat, sensor TM e CBERS 2, sensor CCD. A imagem Landsat foi obtida a partir do sítio do Global Landcover Facility (GLCF, 2005). A cena CBERS foi adquirida do sítio do INPE (INPE, 2005).

O sensor Thematic Mapper(TM) a bordo do satélite Landsat 5, se constitui num sistema avançado de varredura multiespectral idealizado para garantir, dentre outras vantagens uma resolução espacial de 30m, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS (INPE, 2005). O sensor CCD, com de resolução espacial (20m), coleta dados da mesma área a cada 26 dias, em cinco canais espectrais, três na região do visível (B1, B2 e B3), um no infra-vermelho próximo (B4) e um pancromático (B5) (Florenzano, 2002).

### **2.2.1. Registro das Imagens de Satélite**

Foram utilizadas imagens Landsat TM, órbita/ponto 226/075, do ano de 1990 (GLCF, 2005) e CBERS-2CCD, órbita/ponto 165/117, do ano de 2005 (INPE, 2005). Da imagem Landsat, sensor TM, utilizou-se as bandas 3, 4 e 5. Já da imagem CBERS, sensor CCD, utilizou-se as bandas 2, 3 e 4 (Inpe, 2005).

A imagem LANDSAT estava ortoretificada. A imagem CBERS foi georreferenciada (registrada) por meio do módulo Impima do SPRING, e do próprio programa SPRING. O erro de controle foi de 1,7 pixel, o que representa um erro de aproximadamente de 34 metros na superfície terrestre.

### **2.2.2. Classificação das Imagens e Geração dos Mapas de Uso das Terras**

Após a importação das cenas georreferenciadas para o banco de dados, ocorreu o realce linear das imagens para melhor identificação visual dos objetos. O algoritmo de classificação foi aplicado sobre as imagens originais, sem as técnicas de realce ou pré-processamento. Posteriormente foi gerado um arquivo de contexto de classificação: a seleção das bandas: 3, 4, 5, para a imagem Landsat, e das bandas 2, 3, 4, para a imagem CBERS.

No treinamento foram criados temas que receberam as amostras selecionadas pelo analista; criação de arquivo para imagem classificada; classificação das imagens utilizando o classificador Maxver-Icm, com classificação por pixel, com limiar de aceitação de 95%. Após isso, houve o mapeamento para correlação entre os temas obtidos no treinamento e classes temáticas previamente estabelecidas; mapeamento para classes temáticas, o que resultou na obtenção do mapa preliminar, cuja verdade terrestre foi aferida em campo. Devido a diferença de resolução espacial entre as duas imagens (20m CBERS e 30m Landsat), houve uma

reclassificação do mapa de uso de 2005, de 20m para 30m. Após a realização do mapa prévio, ocorreu uma campanha de campo para a verificação da correspondência entre as unidades de uso das terras e as fisionomias vegetais, observadas *in loco* e as presentes no mapa.

O mapa de remanescentes vegetais e uso das terras para o ano de 1990, foram elaborados mediante a mesma metodologia aplicada para o mapa de uso das terras 2005. Não houve atividade de campo específica para essa etapa. Porém, para dirimir dúvidas quando da geração do mapa de uso pretérito, utilizou-se como referência, os dados da campanha de campo descrita acima, e dados do mapeamento da vegetação nativa e uso das terras do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pcbap, 1997).

### 2.2.3. Elaboração do mapa de distâncias

Para avaliar dinâmica de uso das terras às margens do reservatório de Manso, foi feito um mapa de distância no programa SPRING, que posteriormente foi analisado em conjunto com os mapas de remanescentes vegetais e de uso das terras referentes aos anos de 1990 e 2005. Para cada faixa de distância foi avaliado o ganho ou perda de área, em hectare, para cada classe mapeada (Tabela 1), conforme a Tabela 2. A evolução das formas de uso e ocupação das terras obedeceu a uma série temporal entre os anos de 1990 e 2005. Para essa análise ocorreu uma tabulação cruzada, realizado no SPRING, entre os mapas de distância e os mapas de remanescentes vegetais referentes aos anos de 1990 e 2005.

## 3. Resultados e Discussão

Ao todo cinco classes foram mapeadas, para os anos de 1990 e 2005. As áreas de cobertura vegetal nativa são representadas pelas classes mata ciliar e campo cerrado. Já as áreas de uso das terras abrangem as classes solo exposto e pastagem, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Área das classes de uso e cobertura das terras nos anos de 1990 e 2005.

LEGENDA	Área 1990 (ha)	Área 2005 (ha)
Mata Ciliar	2025,48	1107,40
Campo Cerrado	2052,24	1875,72
Solo Exposto	694,48	524,72
Pastagem	7522,48	8759,84
Corpos d'água	33,64	60,64
<b>Total</b>	<b>12328,32</b>	<b>12328,32</b>

Considerando todas as classes mapeadas para o ano de 1990 (Figura 3 A), verifica-se que a classe pastagem é a mais representativa na área de estudo somando um total de 7522,48 ha ou 61,02% da área total. Em segundo lugar aparece a classe campo cerrado com um total de 2.052,24 ha ou 16,65%. Na seqüência observa-se a classe mata ciliar, somando um total de 2.025,48 ha ou 16,43% da área total. A classe solo exposto aparece em quarto lugar, com 694,48 ha ou 5,63% da área total e por último aparece à classe Lâmina d'água, que é a menos expressiva, correspondendo a 33,64 ha ou 0,27% da área total.

Com relação às classes mapeadas para o ano de 2005 (Figura 3 B), apresentou uma distribuição quantitativa diferenciada quando comparada ao ano de 1990. Com relação à quantificação das classes no ano de 2005 observa-se que de um total de 12.328,32 ha, a pastagem ainda representou a classe de maior área ocupando 8.759,84 ha, ou seja, 71,05% da área total. Em segundo plano tem-se a classe campo cerrado, com 15,21%, seguido da classe mata ciliar, com 8,98%, solo exposto, com 4,26% e por último a lâmina d'água com 0,5% da área total.

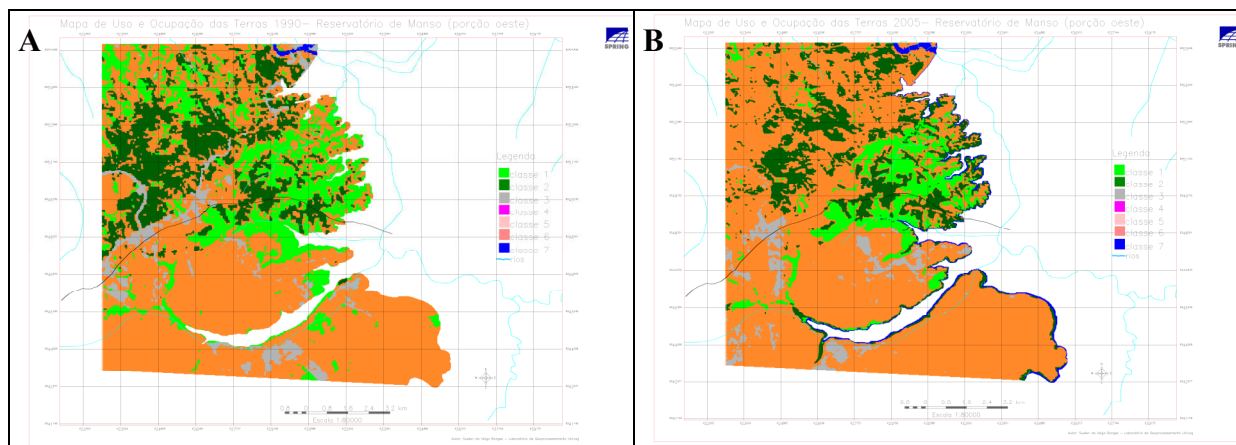


Figura 3: Remanescentes vegetais e uso e ocupação das terras em 1990(A) e 2005 (B).

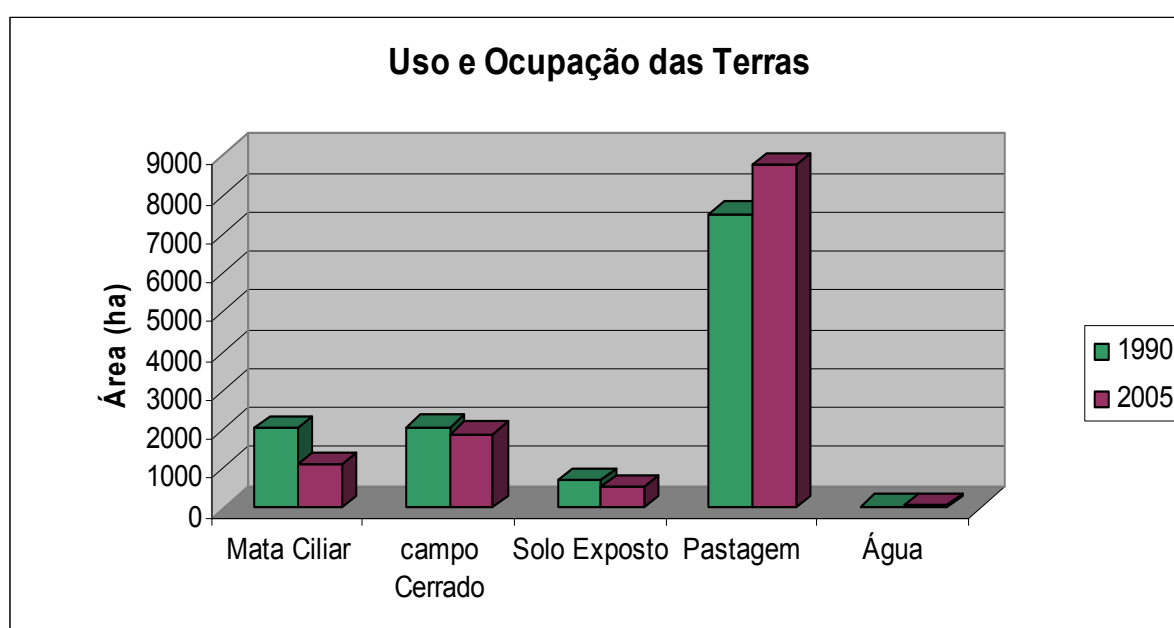


Figura 4- Dinâmica de uso das terras considerando os anos de 1990 e 2005 na porção oeste do reservatório de Manso, Chapada dos Guimarães, MT.

Tabela 2. Variação das classes mapeadas, em hectares, entre os períodos de 1990 e 2005\*.

	Mata Ciliar	Campo Cerrado	Solo exposto	Pastagem	Corpo d'água
<b>0-50m</b>	-81,45	+174,81	-15,59	-87,82	10,05
<b>50-100m</b>	-49,71	+50,53	-6,98	+6,32	-0,16
<b>100-300m</b>	-99,08	+33,53	-10,9	+74,32	+2,13
<b>300-600m</b>	-82,03	+1,44	-20,77	+102,5	-1,14
<b>600-1200m</b>	-73,99	+9,28	-36,43	+98,12	+3,02
<b>1200-2400m</b>	-114,89	-3,62	+36,91	+80,97	+0,63
<b>2400-4800m</b>	-231,09	-189,73	-87,55	+508,37	0
<b>4800-9600m</b>	-178,76	-252,32	-27,69	+458,77	0

\* (+) representa o aumento da área.

(-) representa a diminuição da área.

As áreas de mata ciliar obtiveram uma maior perda de cobertura vegetal nativa (Figura 4). Essa classe perdeu 911 hectares, considerando as perdas em todas as faixas de distância

(Tabela 2), ou seja, em todas as faixas determinadas. Nesse caso, houve possibilidade de descumprimento da legislação ambiental, ao se considerar o Código Florestal (Lei 4.771/65) e suas atualizações ocorridas mediante a Lei 7.803/89 e Medida Provisória 2166-67/01 (Brasil, 2006).

O campo cerrado obteve ganho de 269,59 ha, na distância de 0-1200 m e redução de 445,67 ha, na faixa de 1200-9600 m (Tabela 2). Em geral houve diminuição dos remanescentes de campo cerrado (Figura 4). Essa classe pode ter aumentado em área nas proximidades do reservatório devido às condições irregulares de relevo, se situando em topos de vale, o que limitou a atividade agropecuária nesses locais.

Em quinze anos, as áreas de pastagem aumentaram na porção oeste do reservatório de Manso (Figura 4). Essa classe apresentou uma diminuição de 87,82 ha apenas na faixa de 0-50m do limite do reservatório, aumentando 1.329,37 ha, em relações as outras faixas. Isso representa uma pressão antrópica ao Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, que situa-se a aproximadamente 26 quilômetros da área de estudo. O avanço da pecuária, por meio da pastagem plantada promove uma redução nas fitofisionomias de cerrado, uma região com grau de preservação de remanescentes de cerrado da ordem de 50% (Sano, et al. 2001).

#### 4. Conclusões

A partir de uma análise descritiva, conclui-se que a pecuária representou o principal vetor de pressão antrópica na porção oeste do reservatório da PCH de Manso, principalmente a partir dos 2,4 km do lago. Houve regeneração das áreas de campo limpo com destaque às áreas mais próximas ao lago do reservatório. Para explicar o avanço da pecuária e a restauração do campo limpo, deve-se considerar as condições de relevo da área estudada. As áreas mais planas, de fácil mecanização, foram, em parte, convertidas em pastagem no período compreendido entre 1990 a 2005. Já as áreas com relevo mais movimentado, topos de morros e fundos de vale, foram protegidas, em decorrência da dificuldade de mecanização dessas áreas e do respeito à legislação ambiental, no que se refere às área de preservação permanente e de reserva legal.

As imagens do satélite CBERS-2 e Landsat-5 proporcionaram a elaboração de mapas em série temporal, o que é fundamental para a compreensão do padrão de uso e ocupação das terras de regiões com fortes pressões antrópicas, como é o caso do cerrado Mato-grossense.

#### 5. Referências Bibliográficas

Alho, C. J. R.; Martins, E. S. **De grão em grão, o cerrado perde espaço (Cerrado - impactos do processo de ocupação)**. WWF- Fundo Mundial para a Natureza. Brasília. 1995.

BRASIL. Lei 4.771 de 1965. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)> Acesso em: 01 nov. 2008.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J.C.P. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Comput. Graph.** 20: (3).1996. 395-403

Coutinho, L.M. O bioma do cerrado. In: Klein, A. L. (ed). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Unesp, 2002. p.77-91

Cuiabá. **Perfil socioeconômico de Cuiabá**. vol. 3. Cuiabá: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano-IPDU / Diretoria de Pesquisa e Informação – DPI / Central de Texto, 2007.

Florenzano, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

GLCF. Earth science data interface. Imagem de satélite Landsat TM 5. 226/075. Disponível em < <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>> Acesso em: 21 de jul. 2005.

INPE. Catálogo de imagens. Imagem CBERS 2 CCD, 165/117. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 14 mai. 2005.

Langley, S. K.; Cheshire, H. M.; Humes, K. S. A comparison of single date and multitemporal satellite image classifications in a semi-arid grassland. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2, p. 401-411, 2001.

Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília: Embrapa, 2005. 425 p.

Maselli, F. Monitoring forest conditions in a protected Mediterranean coastal area by the analysis of multiyear NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 89, n. 4, p. 423-433, 2004.

Furnas. **Relatório de Impacto Ambiental da PCH de Manso: Análise da Flora e Fauna**. Cuiabá: FEMA, 1988.

PCBAP. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal): análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai**. Brasília: PNMA, 1997.

Sano, E.E.; Jesus, E.T. & Bezerra, H. S. Uso de um sistema de informação geográfica para a quantificação de áreas remanescentes de cerrado. **Comunicação Técnica**.n. 62, 2001. p. 1-4.