

## **Mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo no Pantanal da baixa Nhecolândia: um estudo comparativo entre os anos de 1987 e 2004.**

Vitor Matheus Bacani <sup>1</sup>  
Arnaldo Yoso Sakamoto <sup>1</sup>  
Hervé Quenol <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Aquidauana  
Av. Oscar Trindade de Barros s/n - Bairro da Serraria  
CEP: 79.200-000 – Aquidauana, MS, Brasil  
bacani\_ufms@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Université Rennes 2  
COSTEL - Laboratoire de Climat et Occupation du Sol par Télédétection  
Maison de la Recherche en Sciences Sociales  
Campus Villejean  
Place du Recteur Henri Le Moal  
35043 Rennes Cedex  
Tél: 02.99.14.18.28 - Fax: 02.99.14.18.95  
Rennes, França  
herve.quenol@uhb.fr

**Resumo:** Este artigo trata do mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo no Pantanal da Baixa Nhecolândia entre os anos de 1987 e 2004. O Pantanal da Nhecolândia caracteriza-se por apresentar rios, “baías”, salinas, “cordilheiras”, vazantes, corixos, campos naturais e pastagens introduzidas. A área de estudo corresponde à região denominada localmente como “Curva do Leque”, mais especificamente na área abrangida pela Fazenda Firme em 1952, totalizando aproximadamente 34.229,7 ha. Objetivou-se avaliar a disposição da cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1987 e 2004. Os procedimentos metodológicos adotados constituíram-se em duas etapas principais: tratamento digital de imagens e classificação de lagoas alcalinas e não alcalinas. Foram mapeadas 5 classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1987 e 2004: solo nu, campo natural ou pastagem introduzida, “cordilheira”, salina e corpos de água doce (“baías” e “vazantes”). A classe solo nu apresentou os maiores índices de refletância, devido à textura predominantemente arenosa do solo, representando as áreas de praia que circundam as salinas ou estradas e trilhas. As “cordilheiras” foram mapeadas na classe que representa as áreas de cobertura vegetal arbórea apontando os desmatamentos. As áreas de campo natural ou de pastagens introduzidas foram representadas em uma única classe. Os corpos de água doce correspondem às lagoas não alcalinas (“baías”), vazantes e o rio Negro. A classe salina demonstra as lagoas que exibem alcalinidade. Este mapeamento constitui-se numa importante ferramenta de auxílio à compreensão do uso e ocupação do solo no Pantanal.

**Palavras-chave:** Pantanal da Nhecolândia, sensoriamento remoto, processamento de imagens, classificação de lagoas salinas, uso e ocupação do solo.

**Abstract:** This article treats of the mapping vegetation cover and use of the soil in the Pantanal of the Nhecolândia among the years of 1987 and 2004. The Pantanal of the Nhecolândia is characterized by presenting rivers, “baías”, saline, “cordilheiras”, vazantes, corixos, natural fields and introduced pastures. The study area corresponds to the area denominated locally as “Curva do Leque”, more specifically in the area embraced by farm Firme in 1952, totaling approximately 34.229,7 ha. It was aimed at to evaluate the disposition of the vegetation covering and use of the soil for the years of 1987 and 2004. The adopted methodological procedures were constituted in two main stages: digital treatment of images and classification of lakes alkalines and not alkalines. Five use classes and occupation of the soil were mapped for the years of 1987 and 2004: nude soil, natural field or introduced pasture, “cordilheira”, saline and bodies of fresh water (“baías” and vazantes). The class nude soil presented the largest reflectance indexes, due to the texture predominantly sandy of the soil, representing the beach areas that surround the saline ones or highways and trails. The “cordilheiras” were mapped in the class that represents the areas of arboreal vegetable covering pointing the deforestations. The areas of natural field or of introduced pastures they were represented in an only class. The bodies of fresh water correspond the ponds non alkaline (“baías”), vazantes and the river “Negro”. The saline class demonstrates the ponds that exhibit alkalinity. This mapping is constituted in an important tool of aid to the understanding of the use and occupation of the soil in the Pantanal.

**Key-words:** Pantanal of the Nhecolândia, remote sensing, processing of images, classification of the lakes salines, use and occupation of the soil.

## Introdução

O Pantanal Mato-Grossense ocupa uma área aproximada de 140.000 km<sup>2</sup>, situada no centro da América do Sul, com uma altitude média de 100 m, sendo parte integrante da Bacia do Rio Paraguai (500.000 km<sup>2</sup>), e é circundado pelo Planalto Cristalino com altitudes de 600-700 m, o qual representa a área fonte de água e sedimentos. Godoi Filho (1986).

O Pantanal Mato-Grossense funciona como um notável interespaço de transição e contato, comportando fortes penetrações de ecossistemas dos cerrados; uma participação significativa de floras chaquenas; inclusões de componentes amazônicos e pré-amazônicos; ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de grande extensão nos “pantanais”, de suas grandes planícies de inundação. Ab’saber(1988).

Com base em produtos do sensoriamento remoto (fotografias aéreas, imagens de radar e de satélites), diferentes compartimentações do Pantanal Mato-Grossense foram apresentadas. Ramalho (1987); Brasil, (1982); Allem e Valls, (1987); Silva e Abdon, (1998).

O Pantanal da Nhecolândia constitui-se numa sub-região do Pantanal Mato-Grossense, limitado ao norte pelo rio Taquari e ao sul pelo rio Negro. Allem et Valls (1987; Silva et Abdon (1998). A origem do vernáculo Nhecolândia deve-se ao apelido de “Nheco” dado ao filho do Barão de Via Maria, que recuperou e povoou a região após a Guerra do Paraguai, na segunda metade do século XIX. Valverde (1972). Ao caracterizar o meio físico do Pantanal da Nhecolândia, Fernandes (2000) apresentou uma sub-divisão do Pantanal da Nhecolândia em 6 compartimentos: Alta Nhecolândia; Baixa Nhecolândia; Área de Transição entre Alta e Baixa Nhecolândia; Planície Aluvial do Rio Taquari; Área de Vazante do Corixinho; Pantanal do Negro.

A área de estudo corresponde à região denominada localmente como “Curva do Leque”, mais especificamente na área abrangida pela Fazenda Firme em 1952, totalizando aproximadamente 34.229,7 ha, situada no Pantanal da Baixa Nhecolândia (**Figura 1**). Esta fazenda particulariza-se por apresentar de maneira bastante representativa o grande complexo paisagístico existente no Pantanal da Nhecolândia, apresentando baías, salinas, “cordilheiras”, vazantes, áreas de campo com gramíneas nativas e também pastagens introduzidas, predominando entre as últimas a “Brachiária” e a “Humidicola”. Trata-se de uma região de transição entre as áreas de inundação do rio Paraguai, do rio Negro, da vazante do Corixão e

da planície flúvio-lacustre do Pantanal da Nhecolândia. Bacani et al., (2006). Fernandes (2000) menciona que a terminologia adotada para classificação destas unidades de paisagem é popular, porém foi adaptada a literatura especializada:

- **Cordilheiras:** constituem-se de elevações alongadas; a altura não ultrapassa 3 metros acima do nível das lagoas, mas apenas 1 a 2 metros acima das baías e vazantes, e que segundo Silva (1984) apud Fernandes (2000), é composta de “sedimentos arenosos mais antigos” que o entorno. Este ambiente serve de sítio para as sedes de fazendas e de abrigo para o gado nos períodos das enchentes comuns e extraordinárias. Franco e Pinheiro(1982) apud Brasil (1982).
- **Baías:** são pequenas depressões, geralmente circulares, alongadas, que contém água durante as cheias e podem chegar a um metro de profundidade.
- **Salinas:** são pequenas depressões, mais rebaixadas que as baías, circulares, ovaladas ou oitavadas, raramente secam, com pH alcalino (9), não são atingidas pelas cheias e que na maioria das vezes são circundadas pelas cordilheiras. As salinas não apresentam vegetação em seu entorno, é circundada por uma faixa de areia de textura idêntica àquela encontrada no litoral. Allem e Valls (1987). As salinas estão sempre em nível topográfico inferior ao seu entorno (cordilheiras, baías, vazantes). Sakamoto et al. (1996).

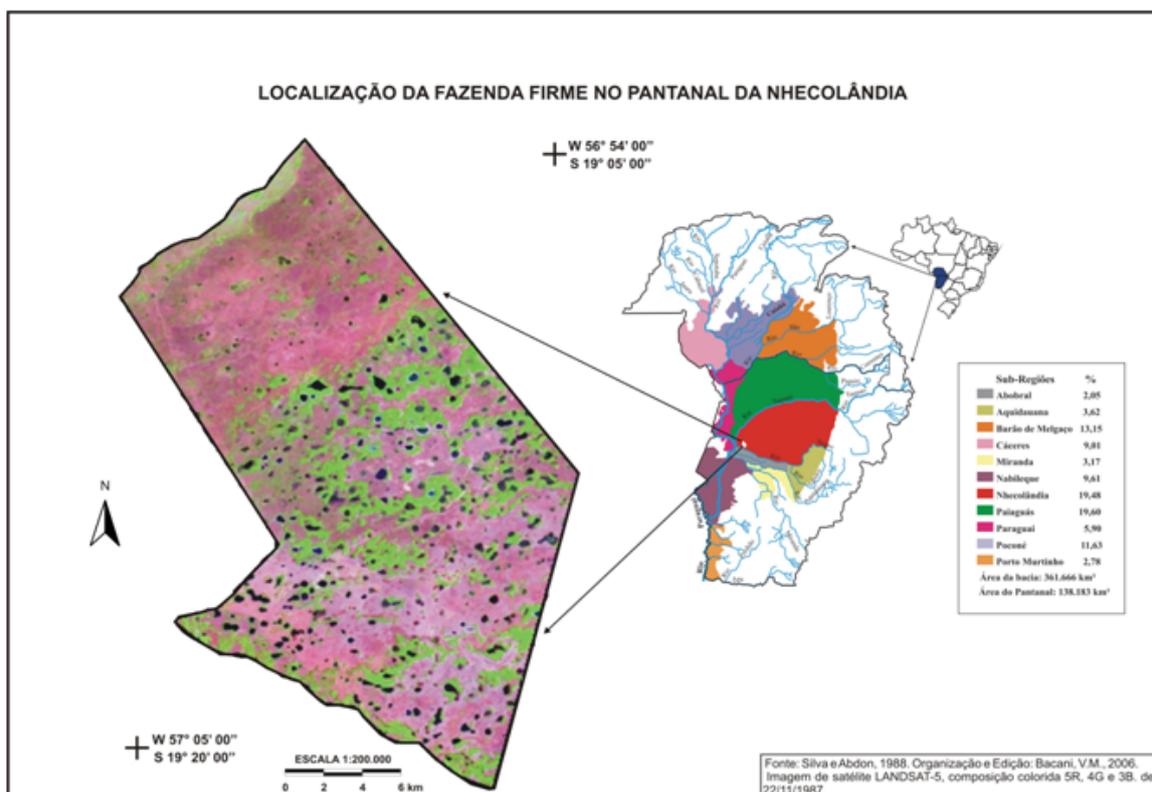


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Outros tipos de massas hídricas são os corixos e as vazantes. As vazantes se formam nos períodos agudos das precipitações pluviométricas, ligando uma baía à outra. Os corixos são relativamente escassos na Nhecolândia. Correspondem a pequenos cursos d'água, com leito acanalado e geralmente são conectados a algum rio (ALLEM e VALLS, 1987).

## Objetivo

Avaliar a disposição da cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1987 e 2004.

## Material e Métodos

Os materiais utilizados foram:

- Imagem de satélite LANDSAT-TM 5, bandas 2, 3 e 4 de 22/11/1987 (órbita ponto: 226/73);
- Imagem de satélite CBERS-2/CCD bandas 2, 3 e 4 de 29/10/2004 – órbita ponto: 166/121;
- *Softwares: SPRING 4.2, Ilwis 3.2 academic e CorelDraw 12;*
- Cartas topográficas Nhecolândia (SE.21-Z-C-I) e Albuquerque (SE. 21-Y-D-III);
- Cartas temáticas: Radambrasil Brasil (1982); Atlas Multirefencial (MS, 1990);
- GPS (*Global Position System*);
- Aparelho para medias dos parâmetros físico-químicos: *WTW pH/Cond 340i/SET*;

Os procedimentos metodológicos adotados constituíram-se em duas etapas principais:

**1- Tratamento digital de imagens:** as técnicas de tratamento de imagens utilizadas fundamentam-se nas propostas organizadas por Novo (1989); Rosa (1992); e Moreira (2005), dividindo-se em três etapas gerais: pré-processamento, técnicas de realce, e classificação. A utilização de diferentes sistemas sensores apóia-se num recente estudo realizado por Moreira et al. (2005), que ao comparar a resposta espectral de alvos imageados pelos satélites CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM concluíram que as bandas 2, 3 e 4 de ambos os sensores apresentam equivalências altamente correlativas não havendo, portanto, diferença para a identificação de alvos e feições entre as imagens desses sensores por meio de procedimentos de análise digital ou visual. As datas das imagens correspondem ao período de seca no Pantanal.

**Pré-processamento:** as técnicas de pré-processamento consistem na preparação de informações obtidas por satélites para a classificação, visando melhorar a qualidade dos dados, sendo as mais utilizadas: as correções geométricas e registro com objetivo de reorganizar os *pixels* da imagem em relação a um determinado sistema de projeção cartográfica e possíveis distorções provenientes do imageamento. Esta etapa foi realizada no aplicativo *Ilwis 3.2 academic*. Aplicou-se a correção geométrica somente à imagem CBERS-2, pois a LANDSAT-TM encontra-se corrigida geometricamente pela NASA. Foram obtidos aproximadamente 60 pontos de controle, o que significou um erro de 0,285.

**Técnicas de Realce:** as técnicas de realce apóiam-se num conjunto de procedimentos empregados para melhorar a qualidade visual de uma imagem, facilitando a definição das características de interesse, tornando mais agudos os contrastes e ressaltando as bordas de contato entre as diferentes unidades espaciais. O contraste empregado foi o linear, pois após testar todos disponíveis no aplicativo SPRING 4.2 foi o que melhor apresentou a discriminação visual dos alvos.

**Classificação:** As classificações de imagens constituem-se num dos mais clássicos tratamentos de imagens utilizado para se mapear diferentes classes de uso do solo ou classes temáticas. Procura-se rotular cada *pixel* da imagem segundo a ocupação do solo, semelhante ao que se faz na abordagem visual. Para isso, utilizam-se programas apropriados, também denominados algoritmos de classificação ou simplesmente classificadores. Optou-se pela classificação supervisionada por segmentação em ambiente SPRING 4.2. Para identificação das classes temáticas utilizou-se o classificador por regiões do tipo Battacharya.

**2- Controle de campo:** inicialmente procedeu-se a classificação entre lagoas salinas (que exibem alcalinidade) e corpos de água doce “baías” ou vazantes (não alcalinos). Tal classificação apoiou-se na mensuração de parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica e temperatura) de 17 lagoas (**Figura 2**) Almeida et al (2003). Estas informações

servirão como verdade terrestre para distinção entre as classes salinas e corpos de água doce durante o processo de classificação supervisionada.

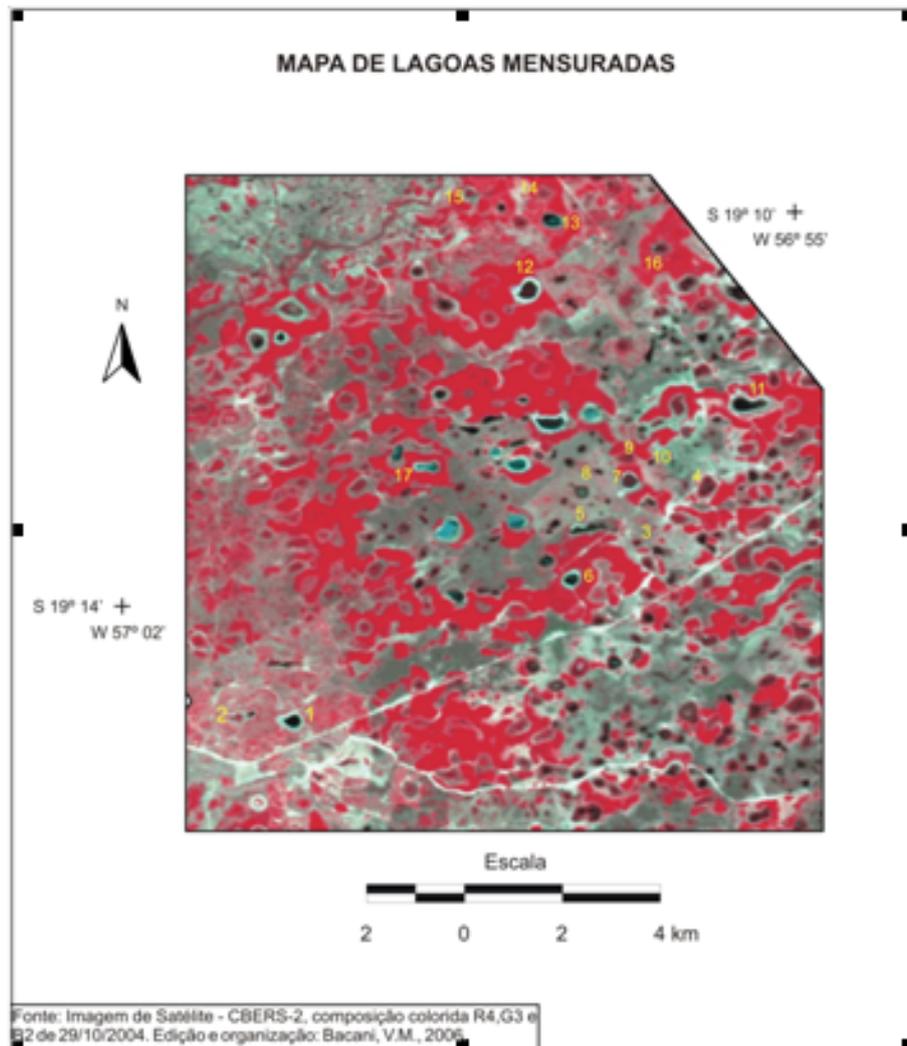


Figura 2 – Lagoas mensuradas por parâmetros físico-químicos.

## Resultados e Discussão

Foram mapeadas 5 classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1987 e 2004: solo nu, campo natural ou pastagem introduzida, “cordilheira”, salina e corpos de água doce (“baías” e “vazantes”) (Figuras 3 e 4).

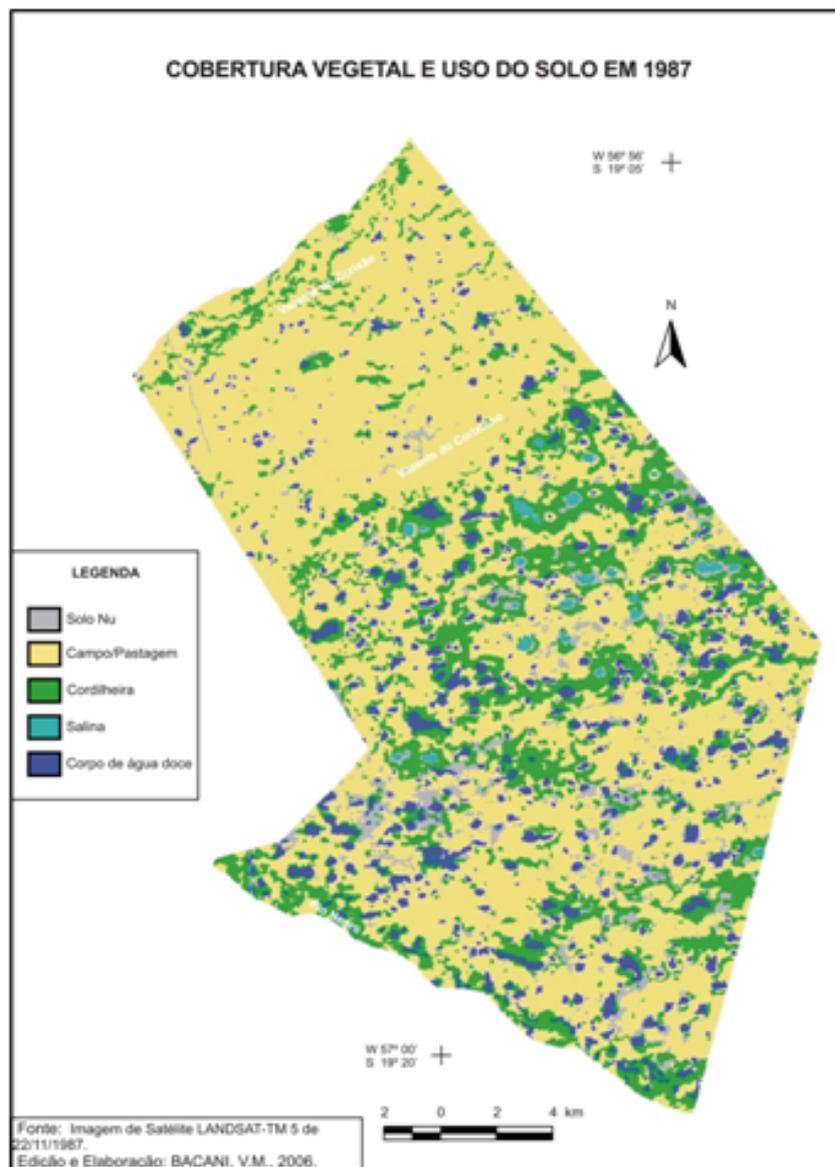
O gráfico 1 representa as diferenças percentuais das classes mapeadas entre 1987 e 2004.

A classe solo nu apresentou os maiores índices de refletância, devido à textura predominantemente arenosa do solo, representando as áreas de praia que circundam as salinas ou estradas e trilhas. O solo nu que em 1987 recobria cerca de 5% da área, em 2004 passou a ocupar 8,7%. O aumento de aproximadamente 3% desta classe apresenta uma relação direta com a ampliação do número de caminhos e estradas que cortam a região, decorrentes de um processo de ocupação antrópica mais acentuado.

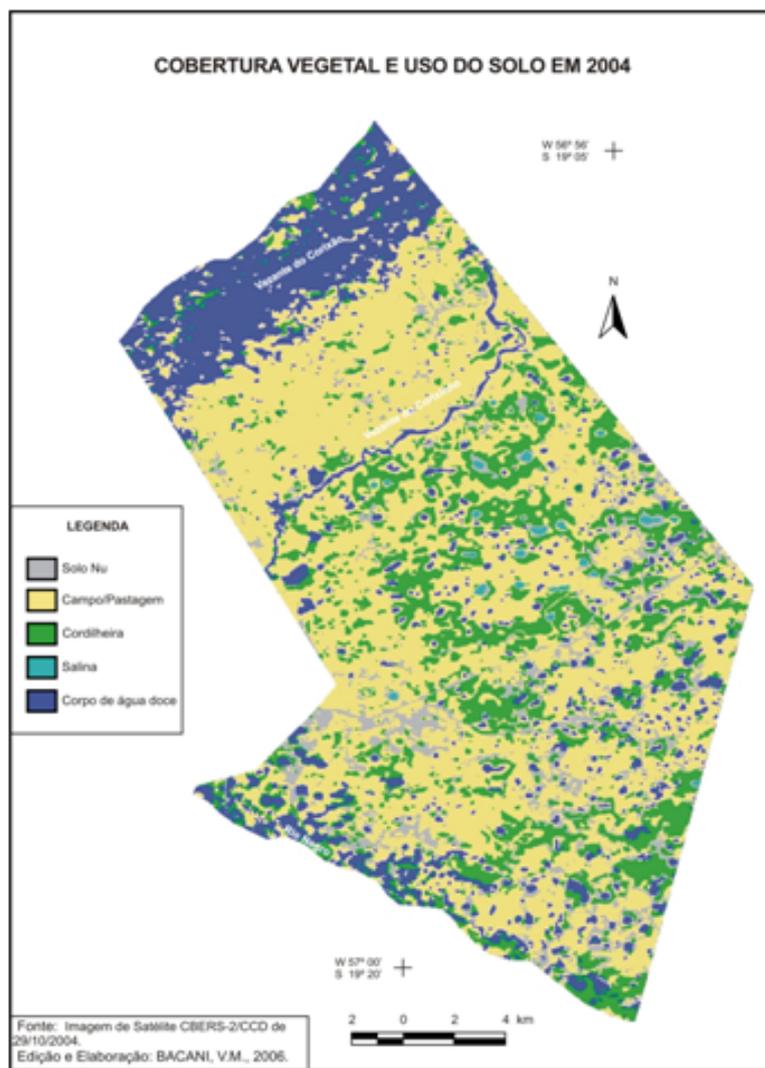
O aumento da classe solo nu em 2004 está associado à ampliação do número de caminhos e estradas que recortam a região, decorrentes da ação antrópica.

As “cordilheiras” foram mapeadas na classe que representa as áreas de cobertura vegetal arbórea. Em 1987, aproximadamente 20,5% do solo era ocupado por “cordilheiras”, no

entanto, em 2004 observou-se uma redução desta área para 19%, o que corresponde numa diminuição de aproximadamente (1,5%), caracterizada pelos desmatamentos, para introdução de pastagens para criação de gado. A área total desmatada corresponde a aproximadamente 489,46605 ha. Diversos estudos têm demonstrado alguns impactos causados pelo desmatamento no Pantanal. Segundo Salis e Mattos (1993), o desmatamento e a extração de madeira para diversos fins têm impactado negativamente as espécies madeireiras tais como: angico, louro preto, carvão vermelho, cercozida, aroeira, paratudo e piúva. O uso do fogo de forma indiscriminada também tem levado a alteração da cobertura vegetal.

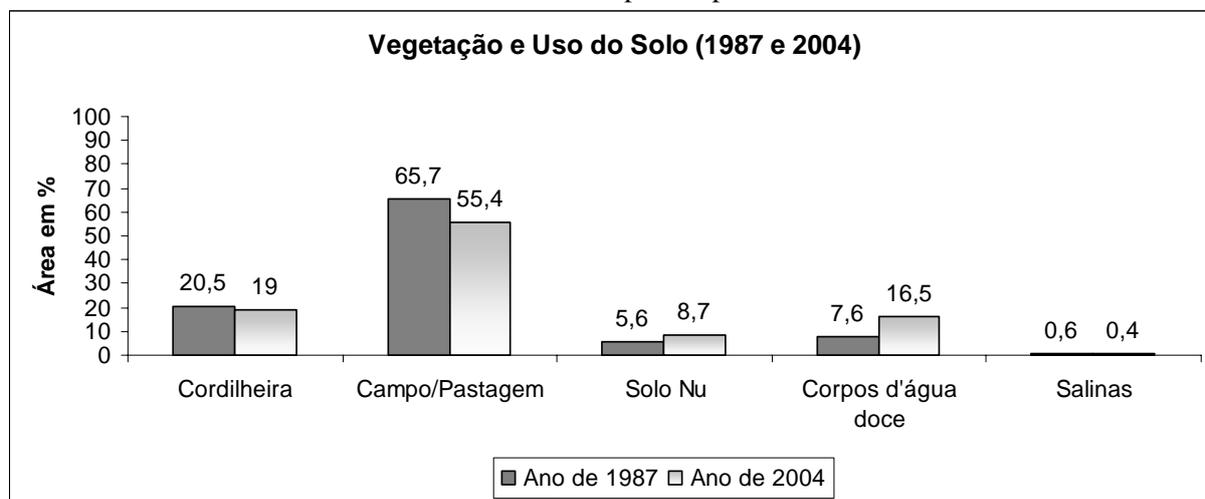


**Figura 3** – Mapa de Vegetação e Uso do Solo em 1987.



**Figura 4** – Mapa de Vegetação e Uso do Solo em 2004.

**Gráfico 1** – Percentual das classes mapeadas para os anos de 1987 e 2004

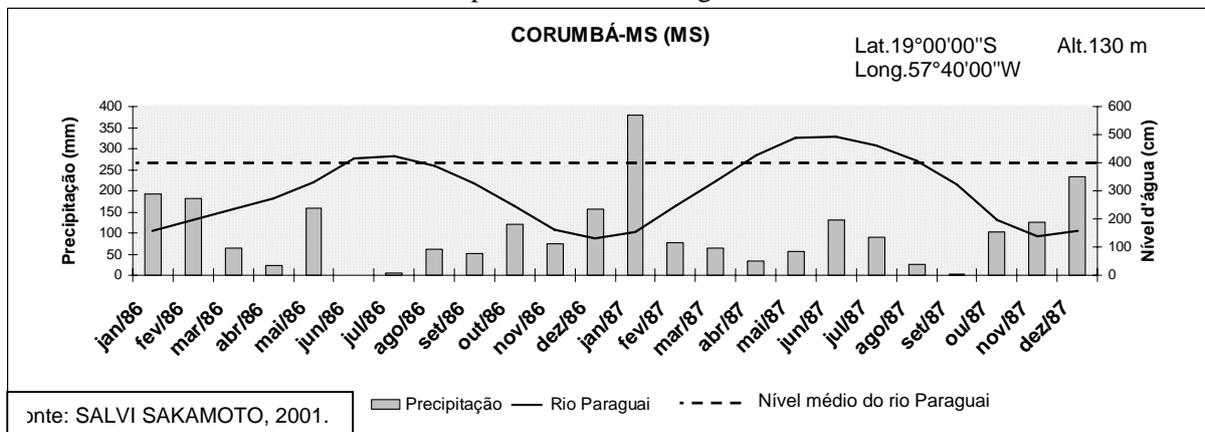


O desmatamento, além de impactar negativamente a flora, causa prejuízos à fauna pantaneira, podendo contribuir para extinção de algumas espécies. Alho et al.(1988); Campos (1993); Pimm et al.(1995).

Um outro impacto é lançado como hipótese, o qual sugere que o desmatamento de “cordilheiras”, pode contribuir para processo de dessalinização das lagoas salinas do Pantanal da Baixa Nhecolândia.

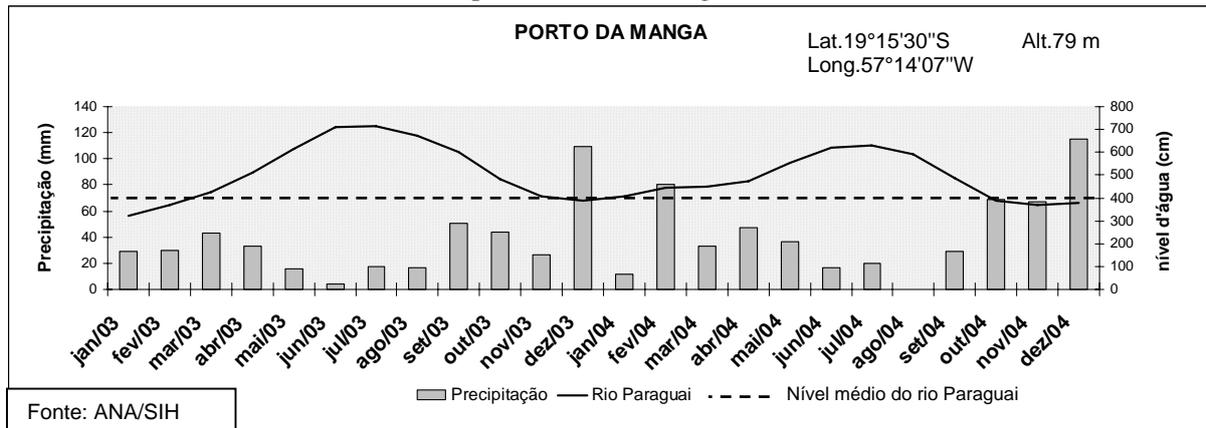
As áreas de campo natural ou de pastagens introduzidas foram representadas em uma única classe. Em 1987 esta compreendia aproximadamente 65,7%, reduzindo-se em 2004 para 55,4% . Essa diminuição pode ser compreendida a partir da comparação entre as **Figuras 3 e 4**, cujas áreas úmidas superficiais encontram-se maiores em 2004, sobretudo nas áreas da vazante do Corixinho, vazante do Corixão e rio Negro. Contudo, o que se observa, é que embora ambas as imagens representem o final do período seco no Pantanal, o ano de 2004 apresentou-se com uma quantidade d’água superficial maior que em 1987, diminuindo, portanto as áreas destinadas pecuária extensiva para este ano. Os corpos de água doce representaram as lagoas não alcalinas (“baías”), vazantes e o rio Negro. Em 1987 os corpos de água doce recobriam cerca de 7,6% da superfície mapeada, enquanto que em 2004 passou para 16,5%, configurado um aumento bastante expressivo, associado a sazonalidade dos períodos secos do Pantanal. Os **gráficos 2 e 3** indicam que o nível fluviométrico do rio Paraguai em 1987 esteve aproximadamente 2,5 m mais baixo que em 2004. Segundo Tricart (1982), o estudo do Pantanal deve levar-se em conta dois aspectos relacionados entre si: a alternância sazonal de períodos de cheia e de períodos de seca e a baixa declividade topográfica associada à morfologia de leques aluviais que constituem as formas predominantes do seu relevo.

**Gráfico 2** – Comportamento hidrológico em 1986 e 1987.



A classe salina representa as lagoas que exibem alcalinidade. Esta classe apresentou o mesmo padrão das classes “cordilheira” e campo/pastagem, pois houve uma diminuição de 0,6% em 1987, para aproximadamente 0,4% em 2004. Esta redução pode estar associada aos desmatamentos ocorridos na região, sobretudo no entorno das salinas situadas no extremo leste da fazenda que apresentaram uma nítida redução da cobertura vegetal e consecutivamente da lâmina d’água. Contudo, é importante ressaltar que estudos relacionados à geoquímica destes ambientes encontram-se em fase de desenvolvimento para uma melhor compreensão da evolução destas unidades de paisagem: salinas e “baías”.

Gráfico 3 – Comportamento hidrológico em 2003 e 2004.



## Conclusões

O mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1987 e 2004 através de sensoriamento remoto e trabalhos de campo demonstrou-se muito importante para o entendimento comportamental das 5 classes mapeadas.

Este mapeamento constitui-se numa importante ferramenta de auxílio à compreensão da dinâmica de evolução espacial de uso e ocupação do solo na planície pantaneira.

## Agradecimentos

Ao Convênio CAPES/COFECUB nº 412/03; ao apoio financeiro da FUNDECT e a UFMS/PROPP.

## Referências

- Ab'saber, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, 50 (número especial 1-2): 1988, 9-57.
- Alho, C. J. R.; Lacher, T. E.; Gonçalves, H. C. Environmental degradation in the pantanal Ecosystem. **BioScience**, v. 38, n. 3, p. 164-171, 1988.
- Allem, A.C.; Valls, J.F.M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense**. EMBRAPA-CENARGEN/EMBRAPA-CPAP: Brasília-DF, 1987.
- Almeida, T. I. R. de; Sígolo, J. B.; Fernandes, E.; Queiroz Neto, J.P. de; Barbiero, L.; Sakamoto, A. Y.; Proposta de classificação e gênese das lagoas da Baixa Nhecolândia-MS com base em sensoriamento remoto e dados de campo. **Revista Brasileira de Geociências**. v.33 (2-Suplemento), p. 83-90, junho de 2003.
- Mato Grosso do Sul. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas Multireferencial**. Campo Grande, 1990.
- Bacani, V.M.; Sakamoto, A.Y.; Quenol, H.; Queiroz Neto, J. P. de. Cartografia dos compartimentos geomórficos da fazenda Firme, no Pantanal da Nhecolândia (MS), Brasil. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia e Conferência Regional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. **Anais...Goiânia**, 2006.
- Brasil, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE 20**, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.
- Campos, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. **Journal of Herpetology**, v.27, n.2, p.127-132, 1993.
- Fernandes, E. **Caracterização dos elementos do meio físico e da dinâmica da Nhecolândia, (Pantanal Sul-Matogrossense)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo: São Paulo, 2000.

- Godoi Filho, J. D. Aspectos geológicos do Pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: Anais do I Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal, 1, 1986, Corumbá. **Anais...**Corumbá: Embrapa, 1986. p.63-76
- Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3 ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005.
- Novo, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.
- Pimm, S. L.; Russel, G. J.; Gittleman, J. L.; Brooks, T. M. The future of biodiversity. **Science**, v. 269, n. 21, p. 347-350, 1995.
- Ramalho, R. **Pantanal Mato-Grossense: compartimentação morfológica**. In: I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1, 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978.
- Rosa, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 2. ed. Uberlândia: EDUFU, 1992.
- Sakamoto, A.Y.; Queiroz Neto, J.P.; Fernandes E.; Lucati, H.M.; Capellari, B.; Topografia de lagoas salinas e seus entornos no Pantanal da Nhecolândia. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 2, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa, 1996.
- Salvi Sakamoto, L.L. **A chuva na Bacia do Alto Paraguai: contribuição ao estudo de aspectos das influências interanuais durante o século XX**. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo:São Paulo, 2001.
- Salis, S. M.; Mattos, P. P. de. Fenologia de arbóreas nativas com potencial madeireiro na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. In: Congresso florestal panamericano, 1.; congresso florestal brasileiro, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p.762.
- Serviço Geográfico do Exército (1969) –Folha SE.21-Y-D-III. **Albuquerque**. Escala 1:100.000.
- Serviço Geográfico do Exército (1969) –Folha SE.21-Z-C-I. **Nhecolândia**. Escala 1:100.000.
- Silva, J. dos S.V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1703-1711, 1998.
- Tricart, J. - 1982 - El Pantanal: un ejemplo del impacto geomorfológico sobre el ambiente. In: Informaciones Geográficas (29). Chile: 81-97.
- Valverde, O. Fundamentos geográficos do planejamento rural do município de Corumbá. **Revista Brasileira de Geografia**,v. 49 -144 p. 1972.