

## **Imagens MODIS aplicadas ao estudo da subdivisão do Pantanal em áreas geológica e ambientalmente homólogas: resultados preliminares**

Natasha Costa Penatti<sup>1</sup>  
Helder Gustavo Marques<sup>2</sup>  
Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo - USP  
Rua do Lago, 209 - Caixa Postal 6041  
05508-080 - São Paulo - SP, Brasil  
{natasha.penatti, talmeida}@usp.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS  
Campus Universitário, S/Nº - Caixa Postal 549  
79070-900 - Campo Grande - MS, Brasil  
helder.marques@gmail.com

**Abstract.** The Pantanal of Mato Grosso, even though occupying a single tectonic depression and configuring a plain, has enormous internal variability. These variations are due largely to the geological environment: the nature of the sediments, small relief variations associated with the drainage patterns and neotectonics. The large size of the feature (more than 140,000 km<sup>2</sup>) and the difficult access makes the remote sensing an indispensable tool. Among the various sensor systems available, the images of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) are particularly suitable because they can cover the entire wetland in a single orbit, which is crucial for study of a so dynamic region. Moreover, these images provided an excellent georeferencing, allowing the study of seasonal variations. In this paper, images of the rainy season and the middle of the dry season were used with digital processing aiming to enhance the response of photosynthetic active vegetation and leaf water content. These vegetation's parameters, as observed in the field, are significantly associated with grain size of sediments. It also informs of water availability associated with relief. From the differences in vegetation cover at the two dates and between these dates, analyzed at the context of sedimentary environments present there (alluvial fans and alluvial plains) proposes to subdivide the Pantanal of Mato Grosso into 18 different wetlands.

**Palavras-chave:** MODIS, remote sensing, Pantanal regions. MODIS, sensoriamento remoto, regiões do Pantanal.

### **1. Introdução**

O Pantanal Mato-Grossense ocupa uma imensa depressão tectônica formada ao fim do Terciário. Preenchida por sedimentos terrígenos, gerou esta planície de cerca de 140.000km<sup>2</sup>, reconhecida como a maior área inundável do planeta. Embora esta planície esteja submetida a uma gênese comum e sofra processos anuais de alagamento, sua heterogeneidade interna é notável e implica na presença de diversos pantanais ou áreas passíveis de individualização, como expresso em Allen e Valls (1987). Estes autores, entretanto, adiantam a dificuldade na proposição de subáreas, já que quando feitas por moradores locais as numerosas divisões tem muito subjetivismo. Mas mesmo entre as diversas propostas por pesquisadores há um viés de subjetivismo, pois a escolha dos parâmetros determinantes varia enormemente, desaguando naturalmente numa diversidade de quadros. Assim não há consenso sobre o número de pantanais, das características dominantes de cada um e de suas toponímias. A proposta de divisão em 11 subáreas de Silva e Abdon (1998) é possivelmente a mais citada e representa uma evolução da divisão em 10 subáreas de Adámoli (1982). Aqueles autores consideram como parâmetros consistentes para a delimitação das subáreas os padrões de inundação, relevo, solo e vegetação, sendo os de inundação e o relevo os mais importantes. De acordo com Souza et al. (2006) a divisão de Silva e Abdon diagnostica 11 sub-bacias hidrográficas, às quais estariam associados os diferentes pantanais: Corixo Grande-Jauru-Paraguai (Pantanal

de Cáceres); Cuiabá–Bento Gomes-Paraguaizinho (Pantanal de Poconé); Itiquira-São Lourenço-Cuiabá (Pantanal de Barão de Melgaço); Taquari (Pantanal do Paiaguás e Pantanal de Nhecolândia); Negro (Pantanal do Abobral); Miranda-Aquidauana (Pantanal do Miranda e Pantanal de Aquidauana); Nabileque (Pantanal do Nabileque); Jacadigo e de Paiaguás (Pantanal do Paiaguás); e a confluência do rio Nabileque com o Paraguai (Pantanal de Porto Murtinho).

De acordo com Assine (2003) os sistemas deposicionais ativos no Pantanal Mato-Grossense podem ser divididos em leques aluviais, planícies fluviais e sistemas lacustres. As planícies fluviais, por representarem sistemas deposicionais claramente distintos dos de leques aluviais, podem ser considerados *a priori* pantanais particulares. São três, o de Paiaguás-Paraguai (ao norte de Corumbá, é o mais expressivo em área, configurando uma larga planície com muitos lagos), o de Piquiri (de pequenas dimensões, espreme-se entre os leques aluviais do Taquari e do São Lourenço) e o do Negro (entre os leques do Taquari e Aquidauana, sendo largo no trecho em que o rio Negro tem padrão anastomosado, com numerosos canais que se entrecruzam). Já os seis leques aluviais dominados por rios, sempre de acordo com Assine (2003), compõem a maior parte da superfície do Pantanal.

O mais expressivo dos leques aluviais é o do rio Taquari, com uma área próxima a 50.000 km<sup>2</sup>, tem em seu interior ao menos os pantanais da Nhecolândia e do Paiaguás, conforme a classificação de Silva e Abdon (1998). Seguem-se os dos rios Corixo Grande - Paraguai (Pantanal de Cáceres), do rio Cuiabá (Pantanal de Poconé), do rio São Lourenço (Pantanal de Barão de Melgaço), do rio Aquidauana (Pantanal do Aquidauana) e da confluência dos rios Paraguai e Nabileque (Pantanal de Porto Murtinho). Os oito sistemas lacustres, de acordo com Assine (2003) estão na porção Oeste e não são objeto deste estudo, embora a princípio possam também definir sub-ambientes do Pantanal.

A Bacia do Pantanal é uma bacia tectonicamente ativa, com diversas falhas ativas em seu interior, parte delas associadas ao Lineamento Transbrasiliano (Figura 1), cuja atividade na área foi descrita pela primeira vez por Soares et al. (1998). Como destaca Assine (2003) a atividade sísmica no Pantanal é importante, com epicentros de sismos rasos de magnitude entre três e cinco pontos na escala Richter concentrados sobre o Lineamento Transbrasiliano. Outra concentração de epicentros, também rasos, está mais ao norte, na região de Barão de Melgaço e Poconé. Konzen (2004) mostra dados gravimétricos indicando a presença de possíveis cavalgamento de blocos, o que afetaria não apenas o curso de drenagens como padrões de sedimentação e da fisiografia local, como ocorre com o limite norte do campo de lagos do Pantanal da Nhecolândia, que coincide com um soerguimento da ordem de três metros associado ao Lineamento Transbrasiliano (Soares e Assine, 2004; Mendes, 2008) e com a captura do rio Paraguai (Kuerten et al., 2009).

A pesquisa de que ora se apresentam os primeiros resultados não foge dos parâmetros gerais de Silva e Abdon (1998) e Adámoli (1984), mas os lê como associados aos processos sedimentares e tectônicos envolvidos, como frutos de um meio físico cuja constante evolução afeta notadamente a biota que suporta. Assim as diferenças ambientais entre suas subáreas são fruto tanto dos processos de sedimentação como das áreas-fonte dos sedimentos, de alguma diversidade climática e da ativa tectônica local.

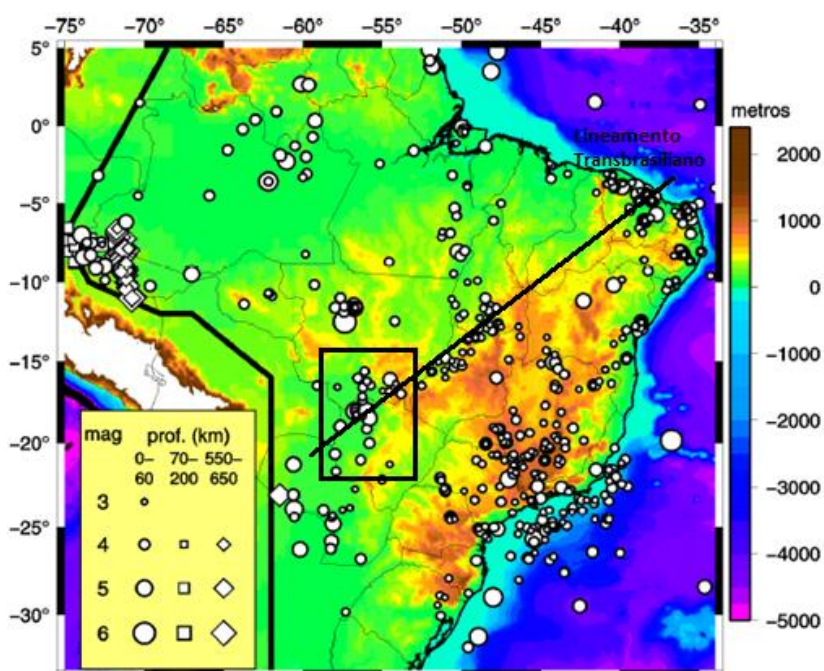


Figura 1. Distribuição de sismos no Brasil (1767 a 2007, magnitudes >3) baseada em dados históricos e instrumentais (modificado de IAG/USP). A região do Pantanal está em destaque.

Entre os diversos sensores ópticos disponíveis são as imagens do *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) as mais fundamentais para o estudo. Graças à grande área imageada e à qualidade do georreferenciamento pode-se elaborar séries temporais e avaliar a evolução sazonal de diversos parâmetros biofísicos da vegetação (Justice et al., 2002). Nos últimos anos, diversos trabalhos sobre o Pantanal usando imagens MODIS foram publicados, demonstrando sua aplicabilidade (Antunes et al., 2010; Moraes et al., 2009; Victoria et al., 2009; Adami et al., 2008; Goltz et al., 2007). Neste trabalho as imagens MODIS são interpretadas para a extração de lineamentos potencialmente associados a falhas cujo movimento se reflete em características fisiográficas ou ambientais e à detecção das variações nas coberturas vegetais e nas áreas inundadas. Dados SRTM foram também utilizados como apoio à interpretação das imagens MODIS, com a rede de drenagem extraída automaticamente e com imagens de relevo sombreado.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foram adquiridas imagens da época de cheia (05 de março) e de seca (03 de agosto) do ano de 2005 do Pantanal Mato-Grossense (*tiles* h12v10 e h12v11), do sensor orbital MODIS, com 250 e 500 metros de resolução espacial, produto MOD09GQ e MOD09GA, respectivamente, no formato HDF (*Hierarchical Data Format*) e na projeção cartográfica sinusoidal (LP-DAAC, 2009).

A manipulação dos dados para seleção do produto, mosaico e definição da projeção cartográfica, foi realizada automaticamente por meio do pacote computacional gratuito MRTTools (*MODIS Reprojection Tools*). Posteriormente, o processamento das imagens foi realizado no *software* Envi 4.7.

O produto MOD09GQ por dispor de apenas duas bandas (1: 620 a 670 nm e 2: 841 a 876 nm) não permite gerar composições coloridas, senão com a repetição de uma das duas bandas, o que gera imagens tonalmente pobres. Para minimizar esta questão foram adotados tripletes com o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*; Rouse et al., 1973), permitindo a geração de imagens com grande riqueza tonal e de potencialidade de interpretação visual, uma

vez que este índice informa essencialmente da área foliar fotossinteticamente ativa, parâmetro este de grande importância na diferenciação das subáreas do Pantanal por informar, em última análise, da disponibilidade hídrica nas porções não inundadas da região.

Com o intuito de obter informações auxiliares, a banda 6 (1628-1652 nm) do produto MOD09GA de ambos os meses foi reamostrada para 250 m, e juntamente com a banda 2 do produto MOD09GQ permitiram a obtenção de NDWIs (*Normalized Difference Water Index*; Gao, 1996), dos quais também foram adotados tripletes, visto que este índice pode apresentar dados complementares, já que informa da água foliar.

A proposta de subdivisão do Pantanal em áreas de comportamento homólogo aqui apresentada deu-se pela vetorização sobre os tripletes gerados, levando-se em conta a distribuição da cheia, o comportamento da vegetação, as diferenças de contraste/brilho, de texturas e padrões entre os períodos de cheia e seca e dados extraídos do modelo digital de elevação obtido dos dados SRTM.

### 3. Resultados e Discussão

O Pantanal foi preliminarmente dividido em 18 subáreas ou pantanais (Figura 2). A subdivisão levou em consideração principalmente a área e a água foliar, indicadas pelos índices (NDVI e NDWI). As composições R: índice de vegetação, G: infravermelho próximo e B: vermelho mostraram-se bastante úteis na identificação das diferentes subáreas, algumas condizendo com os leques aluviais e planícies fluviais. Os tripletes permitiram ainda identificar as mudanças ocorridas nos períodos de cheia e seca (Figura 3).

O pantanal de Cáceres tem seu limite bem definido, visto que engloba o leque aluvial Paraguai-Corixo Grande que é uma região com o contorno definido pelos dois rios, Corixo-Grande e Paraguai, apresentando seus cursos na periferia do leque (Assine, 2003). Muitos dos paleocanais deste leque são ativos durante as cheias funcionando como sistema de drenagem das águas que escoam para a franja do leque, alcançando o Corixo Grande que coleta as águas e as transporta em direção à planície do rio Paraguai (Silva et al., 2007).

O pantanal do Paraguai consiste em uma planície fluvial muito larga, não condicionada pela presença de terraços marginais, onde as águas de inundação se espraiam de forma divergente em relação ao canal, com inúmeros pequenos lagos (Assine, 2003; Silva et al., 2007). O pantanal do Aquidauana condiz com o leque aluvial do Aquidauana. As altitudes no leque variam de 140 m no seu ápice a 90 m na sua base, onde coalesce com as planícies dos rios Miranda e Negro, dando origem a uma área muito plana, frequentemente alagada devido à perda de água para a planície, para onde fluem também as águas dos rios Miranda e Negro. (Facincane et al., 2006).

O pantanal do Taboco confunde-se com o leque do Taboco, que está embutido na depressão do Taboco-Negro, limitando-se a norte pelo megaleque do Taquari e Negro, e a noroeste pelo leque do Aquidauana, sendo separado a norte pela planície fluvial do rio Negro. Na sua porção leste é bordejada pela Serra de Maracaju-Campo Grande. As altitudes do leque variam entre 140 m no seu ápice até 105 m na sua base, sua superfície é caracterizada pela presença de lagoas e de inúmeros paleocanais distributários (Facincani e Souza, 2009).

Os pantanais de São Lourenço e de Barão de Melgaço correspondem ao leque de São Lourenço, sendo que o primeiro corresponde ao lobo distributário atual e a outros lobos antigos deste leque, abrangendo também, a sul, leques dominados por fluxos gravitacionais (ver Corradini et al., 2009), visto que apresentaram uma resposta espectral bem semelhante.



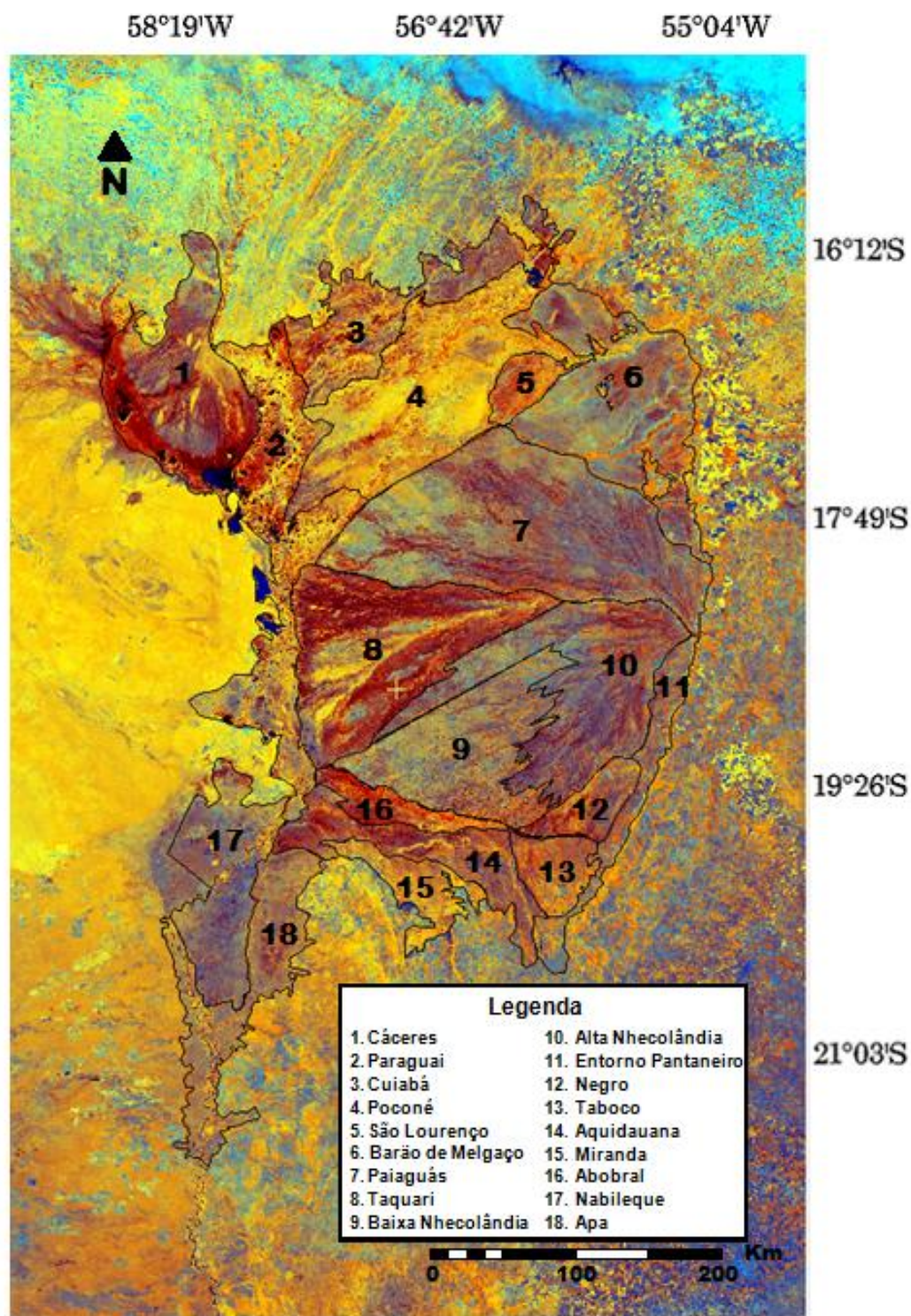


Figura 2. Limites do Pantanal Mato-Grossense sobre imagem MODIS da época de cheia em composição colorida falsa-cor (NDVI/NIR/R)

O pantanal do Abobral consiste na planície meandrante entricheirada e na planície fluvial do rio Negro, onde o rio deixa de apresentar um confinamento do canal, dividindo-se em vários canais paralelos distributários associados a meandros abandonados (Ribeiro e Facincani, 2009).

Os pantanais do Paiaguás, Taquari, Alta Nhecolândia e Baixa Nhecolândia fazem parte do megaleque do Taquari. As altitudes no leque variam de 190 m no seu ápice até 85 m na sua

base (Assine, 2003). A subárea do Taquari corresponde ao lobo distributário atual, enquanto que as outras subáreas correspondem aos lobos abandonados. A Baixa Nhecolândia distingue-se da Alta Nhecolândia por apresentar milhares de lagoas (baías e salinas). O contato do Pantanal da Baixa Nhecolândia com o do Abobral dá-se provavelmente por falha associada à Faixa Tucavaca, na Bolívia (Mendes, 2008). Da mesma forma os contatos entre o pantanal de Paiaguás com o de Poconé e entre o de Barão de Melgaço e o de São Lourenço dão-se por lineamentos associados ao Lineamento Transbrasiliano, possíveis falhas com discreto rejeito vertical representando o mesmo estilo de cavalgamento observado mais a sul, relacionado à captura do rio Paraguai.

O pantanal do Negro consiste no leque do Negro, sendo limitado a leste pela escarpa de erosão do planalto Maracaju-Campo Grande, a oeste pelo leque do Taquari, região conhecida como Nhecolândia, ao sul, pelos leques do Taboco e Aquidauana. A subárea do Entorno Pantaneiro é uma região composta por leques dominados por fluxos gravitacionais.

O pantanal do Paraguai-Nabileque consiste em uma planície fluvial que recobre o leque aluvial do rio Paraguai, que está sendo erodido (Assine, 2003). O rio Paraguai foi aqui provavelmente capturado por evento tectônico associado ao Lineamento Transbrasiliano, sendo o rio Nabileque seu antigo percurso e que é alimentado por extravasamento do rio Paraguai nas cheias (Kuerten et al., 2009). Predomina a vegetação chaquenha (savana estépica), com alagamento anual (Silva e Abdon, 1998).

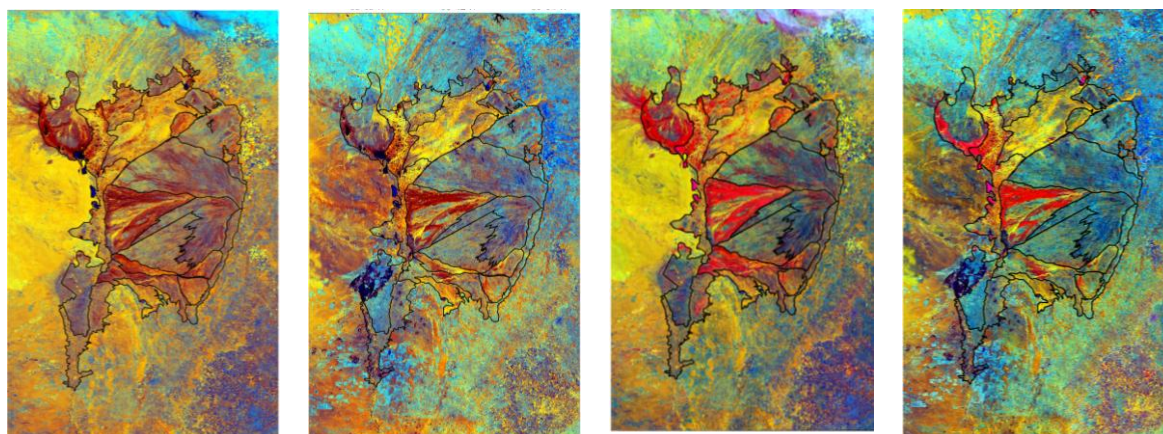


Figura 3. Mosaicos de imagens MODIS em composição colorida falsa-cor (NDVI/NIR/R e NDWI/NIR/R), *tiles* h12v10 e h12v11. À esquerda os tripletes de NDVI de cheia e de seca, e à direita os tripletes de NDVI de cheia e de seca, respectivamente.

Na Figura 3 observa-se que há áreas que apresentam pequena variação tonal entre as imagens de fim de cheia e plena seca. Interpretou-se tal comportamento em função das diferentes capacidades de drenagens em planícies de sedimentos arenosos e argilosos, com os últimos preservando umidade por longo tempo após as cheias. Em trabalhos de campo no pantanal de Poconé, de Cáceres e da Baixa Nhecolândia esta interpretação foi validada: nas áreas que as imagens MODIS indicam elevada resposta em clorofila e água foliar tanto na cheia como na seca, verificou-se larga predominância de argila e silte nos sedimentos, enquanto, nas porções francamente arenosas, como nos pantanais de Cáceres e da Nhecolândia, as imagens de seca mostram pobreza naquelas respostas. Estas observações foram confirmadas em outras regiões do Pantanal quando as imagens foram comparadas com os dados de Allen e Valls (1987), que afirmam que os solos do pantanal de Cáceres, Nhecolândia, Barão de Melgaço e Paiaguás são predominantemente arenosos, enquanto que os solos do pantanal de Poconé (e São Lourenço) são essencialmente argilosos, assim como no pantanal aqui denominado de Aquidauana. Considerando esta interpretação, poder-se-ia



sugerir solos argilosos nos pantanais do Paraguai, Taquari e Negro os quais, entretanto, mantêm a presença de água também por se situarem em zonas topograficamente rebaixadas, como a área associada ao rio Taquari. Assim a interpretação das imagens exige ser contextual. Entretanto o pantanal de Paraguai-Nabileque, segundo aqueles autores, é também argiloso, o que contraria a interpretação feita nesta pesquisa.

#### 4. Conclusões

As imagens MODIS apresentam-se como uma ferramenta eficaz na identificação de subáreas do Pantanal, permitindo a extração indireta de dois dos principais parâmetros do meio físico local - a granulometria dos sedimentos e a disponibilidade hídrica nas cheias e secas - por meio da análise da cobertura vegetal, hipótese que foi validada em campo e na análise da literatura. A visão cinótica dada pela pequena escala de trabalho permite também identificar lineamentos que, com o auxílio da literatura, permitem o entendimento de parte da estruturação da feição. Assim uma das manifestações locais do Lineamento Transbrasiliiano, já anteriormente descrita como limite do campo de lagos da Baixa Nhecolândia e como responsável pela captura do rio Paraguai, pode ser observada em seu movimento dextral acompanhado de cavalgamento do bloco de sul sobre o de norte, ocorrendo o mesmo mais ao norte, sobretudo entre os pantanais do Paiaguás e Poconé.

Os tripletes com bandas do R e NIR e índice de vegetação construído sobre estas bandas, apesar da pobreza espectral, revelam-se ricas tonalmente, permitindo observar os diferenciados comportamentos da vegetação na época de cheia e de seca ao realçar a área foliar fotossinteticamente ativa. Da mesma forma os tripletes com bandas do NIR e SWIR (a 1650 nm) informam da água foliar e das variações sazonais. Este conjunto de imagens permite analisar a disponibilidade hídrica associada ao relevo e à granulometria dos sedimentos, bem como distinguir áreas permanentemente alagadas, inundáveis e secas.

Os resultados aqui obtidos, dentro do contexto dos ambientes sedimentares ali presentes (leques aluviais e planícies fluviais), permitem subdividir o Pantanal preliminarmente em 18 subáreas ou pantanais, contudo há a necessidade de validações mais detalhadas utilizando imagens de melhor resolução espacial e trabalhos de campo extensivos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela bolsa de doutorado concedida.

#### Referências Bibliográficas

- Abdon, M. M.; Silva, J. S. V.; Pott, V. J.; Pott, A.; Silva, M. P. Utilização de dados analógicos do Landsat-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1799-1813, 1998.
- Adámoli, J. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: Encontro sobre Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos no Pantanal, 1, 1995, Corumbá. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.15-17, 2005.CD-ROM.
- Allen, A. C.; Valls, J. F. M. **Recursos forrageiros do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEM, 1987, 339p.
- Corratini F. A.; Zani, H.; Assine, M. L.; Kuerten, S.; Silva, A. Gradella, F. S., Paleocanais distributários, incisão fluvial, construção e abandono de lobos deposicionais na evolução geomorfológica do megaleque do São Lourenço, Pantanal Mato-grossense. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, 2009, Corumbá. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 115-123. CD-ROM, Online. ISBN 978-85-60424-04-7. Disponível em <<http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/>>. Acesso em: 09 nov. 2010.
- Facincane, E.; Assine, M. L., Silva, A.; Zani, H.; Araújo, B. C.; Miranda, G. M. Geomorfologia fluvial do leque do rio Aquidauana, borda sudeste do Pantanal, MS. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 1, 2006 Campo Grande. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.175-181.CD-ROM.
- Facincani, E. M.; Souza, E. P. Leque Fluvial do Rio Taboco na Borda Sudeste da Bacia do Pantanal (MS). In: XIII-Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa: UFV, v. 0. p. 1-19.CD-ROM.
- Gao, B.-C. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment** 58: 257-266, 1996.

- Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. (Special Issue). **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n.1-2, p. 195-213, 2002.
- Justice, C.O.; Townshend, J.R.G.; Vermote, E.F.; Masuoka, E.; Wolfe, R.E.; Saleous, N.; Roy, D.P.; Morisette, J.T. An overview of MODIS land data processing and product status. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p. 3-15, 2002.
- Kuerten, S.; Assine, M. L.; Corradini, F. A.; Gradella, F. S.; Silva, A. Rio Nabileque: antigo curso do rio Paraguai? In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 2, 2009. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.194-201. CD-ROM, Online. ISBN 978-85-60424-04-7. Disponível em <http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/p171.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- Lacruz, M. S. P.; Sousa Júnior, M. de A. Uso de séries temporais EVI/MODIS e análise harmônica para o estudo da bacia do Rio Taquari. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, p.9-15, 2007.
- Latorre, M. L.; Shimabukuro, Y.E.; Anderson, L. O. Produtos para ecossistemas terrestres MODLAND. In: Rudorff, B. F. T; Shimabukuro, Y. E.; Ceballos, J. C. (Coord.). **Sensor MODIS e suas Aplicações Ambientais no Brasil**. 1.ed. São José dos Campos: Editora Parêntese, p.23-36, 2007.
- Mendes, D. Filtros Passa-Baixas Ponderados e Dados SRTM Aplicados ao estudo do Pantanal da baixa Nhecolândia, MS: Aspectos tectônicos e de distribuição e lagoas hipersalinas. 2008. Dissertação (Mestrado em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Universidade de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
- Pott, A.; Pott, V.J. Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. **Wetlands Ecology and Management**, v.12, p.547-552, 2004.
- Ribeiro, A. A.; Facincani, E. M. Compartimentação Geomorfológica do Leque do Negro, Borda Sudeste da Pantanal, MS. In: Encontro de Iniciação Científica-UFMS (Cultura e Fronteira), 10, 2009, Campo Grande, MS, 2009.
- Rouse J. W.; Haas Jr, R. H.; Schell J. A. and D. W. Deering, "Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS", Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317, 1973.
- Silva, A.; Assine, M. L.; Zani, H.; Souza Filho, E. E.; Araujo, B. C. Compartimentação geomorfológica do rio Paraguai na borda norte do Pantanal Mato-Grossense, Região de Cáceres MT. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, p. 73-81, 2007.
- Soares, P. C.; Assine, M. L. Tectonic and sedimentary changes in Pantanal quaternary basin, South America. In: International Geological Congress, 32, 2004.
- Souza, C. A.; Lani, J. L.; Sousa, J. B. Origem e Evolução do Pantanal Mato-Grossense. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference of Geomorphology, 6, 2006, Goiânia. **Anais...** On-line. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/132.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2010.
- Wolfe, R.E.; Nishihama, M.; Fleig, A.J.; Kuyper, J.A.; Roy, D.P.; Storey, J.C.; Patt, F.S. Achieving sub-pixel geolocation accuracy in support of MODIS land science. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p.31-49, 2002.