

## **Identificação de padrões de imagens LANDSAT no período de seca e cheia para interpretação de Savana Estépica (Chaco) e seus contatos florísticos no Pantanal**

Jonas de Assis Cinquini <sup>1</sup>  
João dos Santos Vila da Silva <sup>2</sup>  
Myrian de Moura Abdon <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluno de graduação da PUC-Campinas do curso de Geografia  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Rodovia D. Pedro I, km136.  
13086-900 – Campinas, SP, Brasil  
jonas.cinquini@gmail.com

<sup>2</sup> Embrapa Informática Agropecuária  
Av. André Toselo, 209 – Caixa Postal 6041  
13083-886 – Campinas, Sp, Brasil  
jvilla@cnptia.embrapa.br

<sup>3</sup> Sociedade de Especialistas Latino-americanos em Sensoriamento Remoto - SELPER  
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515  
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
myrian.abdon@gmail.com

**Abstract.** The vegetation of Steppic Savannah (Chaco) in Brazil occurs only in the south of Pantanal at the Miranda, Nabileque and Porto Muritinho sub-regions. At this regions have been observed mainly great areas composed by Steppic Savannah (Cerrado), and Seasonal Deciduous Forest, and Semi-deciduous (forest). The flood dynamic of the region do a lot influence in the appearance of the vegetation, what make difficult the patterns recognition and to compare informations of diverse fitofisionomics. This work had, therefore, the purpose to identify and compare information about diverse fitofisionomic watched, in dry and wet seasons, at Pantanal areas where are composed by Steppic Savannah and establish patterns for the interpretation of Landsat images, with the RGB-543 composition. For the execution of study have been used data obtained in field work, by the Probio Patanal project (2007), about identification, localization and digital photographs of the fitofisionomics and Landsat satellite images downloaded in the National institute for Space Research (INPE) web site. The vegetation class description had been made with the basis in Abdon e Silva (2006). For the patterns indentifying and manipulation, had been used the Spring GIS, available by INPE and techniques of image contrast and composition. As result have been identified images patterns, in dry and wet seasons, for the Aluvial Seasonal Deciduous Forest, Transition between Seasonal Deciduous Forest and Steppica Savannah, transition between Seasonal Deciduous Forest with Savannah, transition between Savannah and Steppic Savannah, Park Steppica Savannah and for Cultivated Field fisionomics.

**Palavras-chave** Vegetation, land use, moist areas, fitofisionomic, Vegetação, uso da terra, áreas úmidas, fitofisionomias

## 1. Introdução

Reconhecidamente, a planície intermitentemente inundada pela bacia do Alto Paraguai é denominada Pantanal. Segundo Abdon e Silva (2008a) essa região possui sedimentos quaternários aluviais, com altitudes que variam entre 80 a 150 metros. O padrão, a duração e a profundidade da inundação variam, dependendo da localização das chuvas, da forma de drenagem e da planície de inundação. Pela grande diversidade biológica existente no Pantanal, a identificação de padrões em imagens de satélite deve ser realizada cuidadosamente, com informações de campo e embasamento teórico. No entanto, devido aos ciclos de inundação, os quais periodicamente deixam isoladas grandes áreas no Pantanal há muita dificuldade em se realizar trabalhos de campo na região, tornando os produtos dos sensores remotos, materiais importantes para se trabalharem.

Para Abdon et. al. (1998) a vegetação é um importante indicador das condições naturais de uma região, no aspecto de proteção ao solo e na definição de habitats de animais silvestres. Portanto, o conhecimento detalhado e confiável dos tipos de vegetação fornece subsídios para o manejo de recursos naturais.

A elaboração de mapeamentos da vegetação e de impactos ambientais, entre outros, tem como ferramenta básica produtos de sensoriamento remoto (orbital ou aerotransportado). As imagens orbitais (satélites) são as mais utilizadas para análises desses atributos por suas características multiespectrais, multitemporais e multiespaciais.

A partir de imagens de satélites ambientais é possível identificar diferentes fitofisionomias do Chaco, suas variações de densidade arbóreas e suas diferenças na cobertura vegetal do solo. Esses dados, juntamente com informações obtidas em campo, constituem a base para os mapeamentos regionais de vegetação (Abdon e Silva, 2008b)

A Savana Estépica (Chaco) é a vegetação típica da região do Chaco do sul do Pantanal, identificada principalmente por seu aspecto lenhoso, baixo e espinhoso, associados a campos gramíneos (muitas vezes chamados de campina). A mesma é encontrada principalmente nas sub-regiões de Miranda, Nabileque e Porto Murtinho, composta em sua maioria pelas seguintes espécies: Carandazais (*Copernicia alba*), Paratudais (*Tabebuia aurea*), barreiro-branco (*Mimosa hexandra*), barreiro-preto (*Prosopis rubiflora*) e o quebracho-vermelho (*Schinopsis balansae*) (Abdon e Silva, 2006).

Essa vegetação não está presente apenas no território brasileiro, sua extensão total é cerca de 850.000 km<sup>2</sup>, estando distribuída da seguinte maneira: Argentina – 520.000 km<sup>2</sup>, Paraguai – 230.000 km<sup>2</sup>, Bolívia – 90.000 km<sup>2</sup> e Brasil – 9.000 km<sup>2</sup> (Riveros, 2005). Porém, segundo a quantificação de Silva e Caputo (2010), no Brasil, a vegetação de Chaco varia de 12.145 km<sup>2</sup> considerando a delimitação do Bioma a 12.505 km<sup>2</sup>, considerando a delimitação da planície. No entanto, considerando os contatos florísticos, esse número é maior.

Dentre as fitofisionomias encontradas na região sul do Pantanal, as predominantes são Savana Estépica Parque (carandazais ou paratudais), Savana Estépica Gramíneo-lenhosa (campos ou campinas), Contatos Florísticos do tipo ecótono de Savana Estépica (Chaco)/Floresta Estacional Decidual e Savana Estépica (Chaco)/Savana (Cerrado) e Formações Pioneiras (Abdon e Silva, 2006). De acordo com esses autores as principais características dessas formações são:

*Savana Estépica Parque* - formada por vegetação campestre, contendo árvores esparsas, geralmente com dominância de uma espécie e com cobertura contínua de gramíneas. Como dito anteriormente, tendo as palmeiras carandá e árvores de paratudo como formações mais encontradas. Já a *Gramíneo-lenhosa* é formada por campos de gramíneas e ervas com arbustos. *Florestas Estacionais (Decidual e Semidecidual)* se caracterizam pela perda das folhas durante o período de inverno, sendo a perda da primeira de 50% enquanto que da Semidecidual de 20% a 50%. As duas formações vegetais possuem árvores entre 15 e 20 metros ou mais de altura, e a mata decídua preferem terrenos formados por rochas

carbonáticas (solos de natureza calcária). *Savana (Cerrado)* é formada por árvores tortuosas esparsas, com cobertura contínua de gramíneas, com altura variando entre 8 a 15 metros, dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que oscila entre 70% a 100%. *Formação Pioneira* se caracteriza por ocupar os solos aluviais ribeirinhos, por ser uma vegetação de primeira ocupação (edáfica) que coloniza os solos ribeirinhos aluviais e lacustres. São comunidades das planícies de inundação refletindo os efeitos das cheias e das depressões alagáveis anualmente, abrangendo desde a vegetação aquática como taboal até arbustos que suportam inundação.

Para Silva (2008) o Chaco é uma das regiões de maior diversidade ambiental e biológica no planeta. Ela é composta por serras, planície, grandes rios, savanas secas e inundáveis, o que remete a uma grande diversidade na fauna e flora da região.

Por tudo isso é importante que hajam estudos visando a conservação dessa rica formação vegetal. Com a identificação de padrões através de imagens de satélite é possível adquirir conhecimentos mais precisos da região para efetuar mapeamentos de forma a subsidiar posteriores projetos de proteção e correto manejo da área.

Essas formações vegetais e seus padrões nas imagens de satélite se manifestam diferentemente no período de seca (compreendido entre os meses de agosto a setembro) e cheia (entre dezembro e março). Por ser uma planície às margens do rio Paraguai, naturalmente é inundado, porém alternando regimes de seca e cheia durante o ano. Possui número considerável de rios intermitentes e áreas pouco elevadas com relação à planície aluvial. Em períodos de estiagem, grande parte da vegetação arbórea perde as folhas mas, com a chegada das chuvas, a vegetação ganha folhas novas e água presente no substrato, o que ocasiona grandes alterações nos padrões de imagem na cobertura vegetal.

## 2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo identificar e comparar informações de diversas fitofisionomias observadas, nos períodos de seca e cheia, em áreas do Pantanal ocupadas por Savana Estépica(Chaco) e seus contatos florísticos e, estabelecer padrões para interpretação de imagens Landsat.

## 3. Material e Métodos

No estudo de cada fisionomia de vegetação foram utilizadas imagens obtidas do satélite Landsat 5, bandas 3, 4 e 5, no ano de 2010; fotografias obtidas em trabalhos de campo durante os anos de 2004 e 2005 e informações sobre estrutura da vegetação e cobertura do solo coletadas juntamente às fotografias de campo durante a realização do projeto Probio-Pantanal (2007).

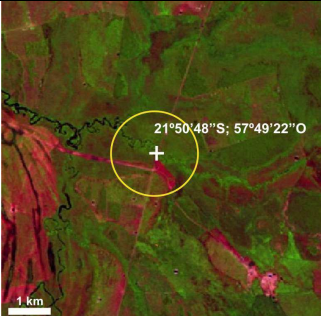
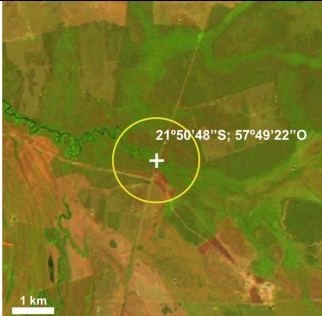
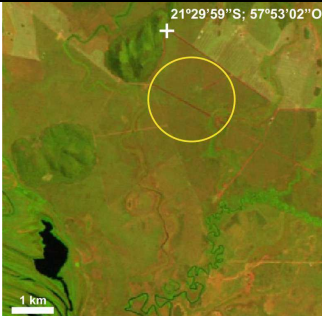
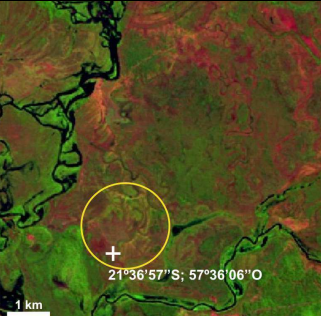
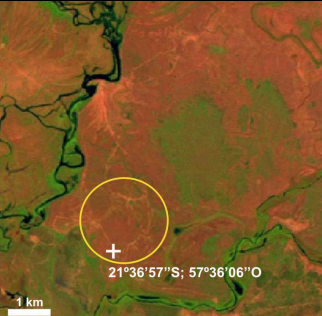
As fotografias digitais representativas das fitofisionomias e localização das áreas exemplificadas por GPS foram obtidas do Projeto Probio-Pantanal. A descrição das classes de vegetação foi feita com base em Abdon e Silva (2006).

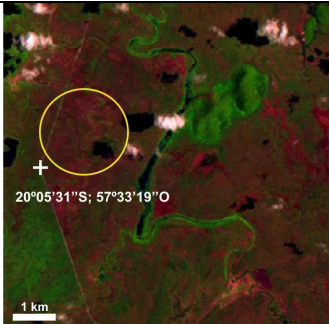
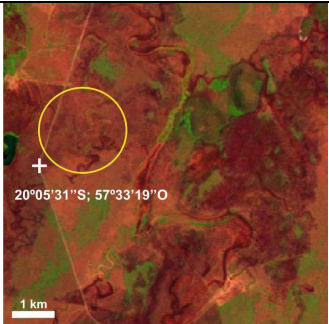
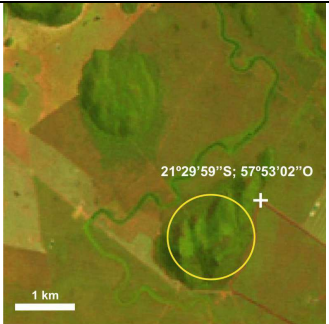
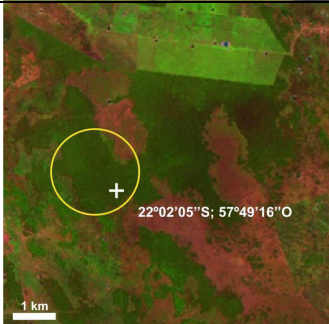
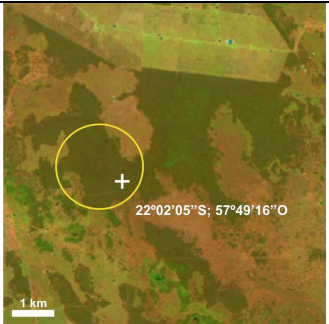
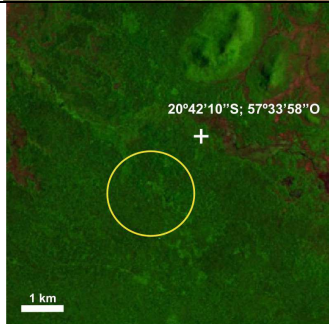
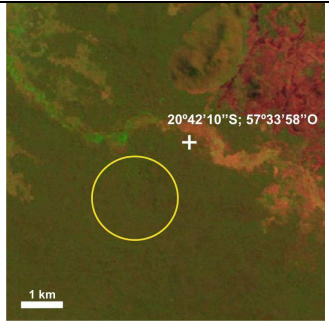
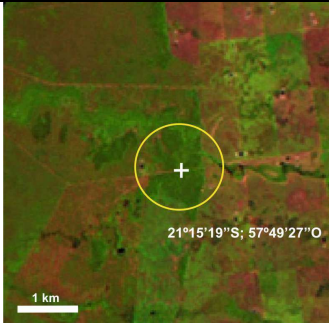
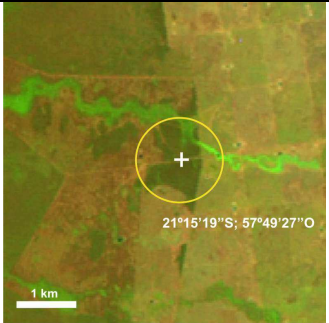
As imagens do satélite Landsat 5 do ano de 2010 foram obtidas no sítio digital do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e foram trabalhadas num banco de dados geográficos elaborado no SIG (Sistema de Informações Geográficas) Spring 4.3. As bandas utilizadas para a composição colorida 5, 4 e 3 (RGB respectivamente) foram importadas para o Spring, após a composição, as imagens foram realçadas, buscando-se obter a melhor visualização a olho nu para a identificação dos padrões de vegetação. Após localizados (latitude e longitude) pontos de interesse, foram geradas imagens na escala de 1:50000 e 1:30.000 para posterior comparação e análise dos padrões e relação com as fotografias digitais.

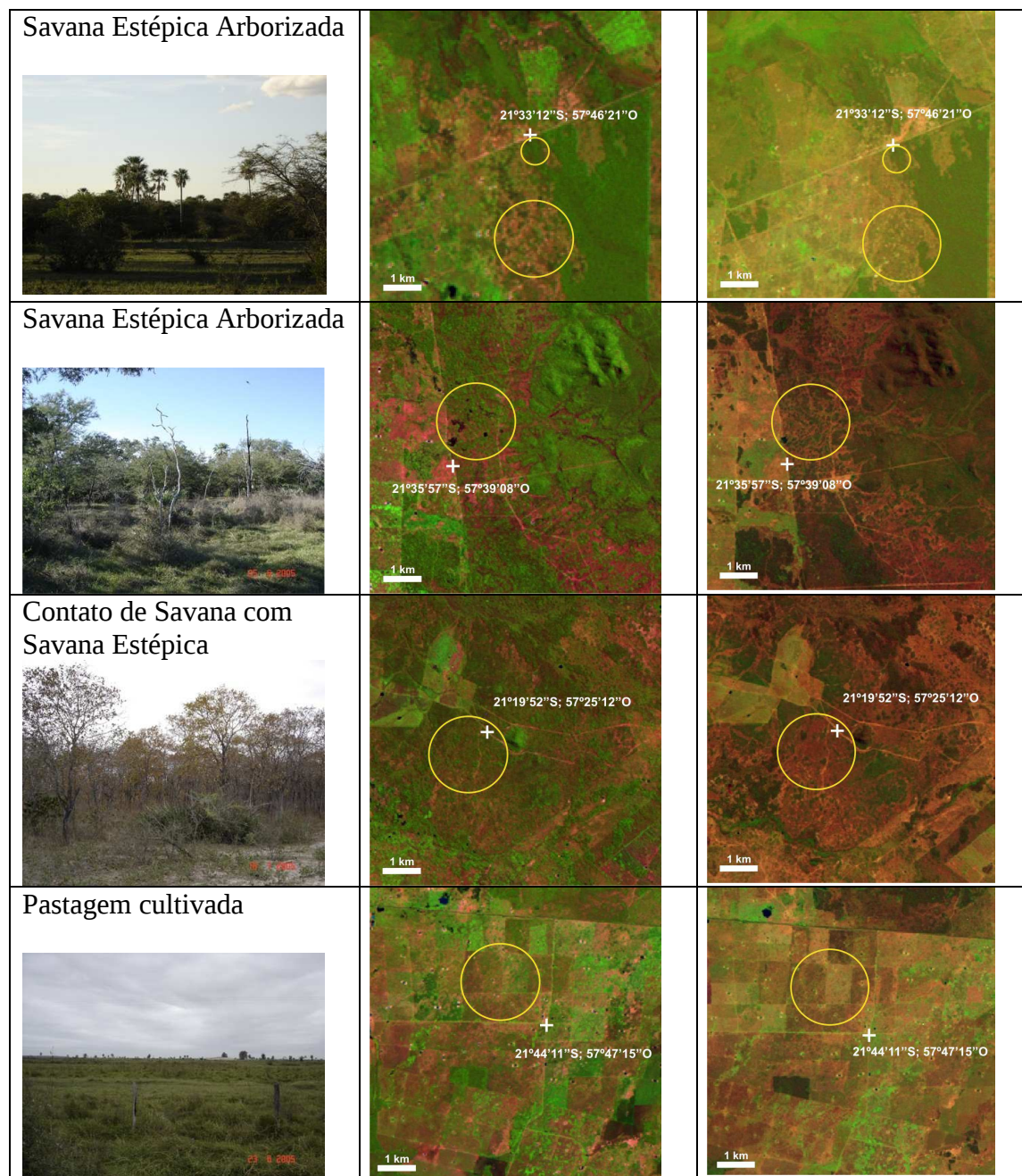
## 4. Resultados e Discussão

Como resultados foram identificados padrões de imagens (**Tabela 1**) para as fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Vegetação ciliar), Savana Estépica Parque (carandazal e paratudal), Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Contato de Floresta Estacional Decidual com Savana (Cerrado), Contato de Floresta Estacional Decidual (Mata seca) com Savana Estépica (Chaco), Contato de Savana com Savana Estépica e Pastagem cultivada na região de Savana Estépica.

**Tabela 1.** Padrões de imagem Landsat das fitofisionomias de Chaco.

| Fitofisionomia                                                                                                                         | Imagens Landsat _ Cheia<br>Fevereiro-Março 2010                                     | Imagens Landsat _ Seca<br>Setembro 2010                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Floresta Estacional Semidecidual Aluvial<br>          |    |    |
| Floresta Estacional Semidecidual Aluvial<br>         |   |   |
| Savana Estépica Parque (carandazal)<br>             |  |  |
| Savana Estépica Parque (carandazal e paratudal)<br> |  |  |

|                                                                                                                                                      |                                                                                                |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Savana Estépica Parque (paratudal)</div> <div></div>           | <div></div>   | <div></div>   |
| <div>Floresta Estacional Decidual com Savana</div> <div></div>      | <div></div>   | <div></div>   |
| <div>Floresta Est. Decidual com Savana Estépica</div> <div></div>  | <div></div>  | <div></div>  |
| <div>Floresta Est. Decidual com Savana Estépica</div> <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| <div>Savana Estépica Florestada</div> <div></div>                 | <div></div> | <div></div> |



A partir da tabela dos padrões do Chaco representados pelas imagens do satélite Landsat, verifica-se na maioria das imagens o caráter seco das imagens de setembro, apresentando bastante refletância em solos cobertos por gramíneas nativas ou pastagens cultivadas (avermelhados), em sua maioria com textura lisa. Nas imagens de março a umidade presente no solo aparece claramente e também pode ser melhor observada a vegetação arbórea que apresenta coloração verde com forte tonalidade e aspecto rugoso na imagem.

Para a Floresta Aluvial foram selecionados dois padrões que apresentam diferentes características. O primeiro padrão que aparece na Tabela 1 mostra área com vegetação ciliar nas margens do rio Paraguai formada exclusivamente por carandás os quais, na foto, podem ser observados ao fundo. No segundo padrão de vegetação ciliar exemplificado pode ser observada a presença dominante de vegetação arbustiva e alguns carandás ao redor do curso d'água mais significativo.

A coloração de ambas é um verde mais claro com textura lisa, mas muito intenso, e no caso da imagem no período de seca a vegetação tem refletância maior, enquanto que na cheia a água (coloração preta) mascara a cobertura vegetal.

No segundo padrão de Floresta Aluvial, a vegetação ciliar está ao redor de um rio menor, com presença considerável de vegetação arbustiva e pouca de carandás (fundo da foto). O padrão da imagem de fevereiro e março demonstra a característica mais úmida do solo, com baixa refletância do solo e maior cobertura vegetal (textura rugosa). Ao contrário da imagem obtida no período de seca, onde o solo reflete bastante (cor avermelhado) e com textura mais lisa verifica-se a vegetação arbustiva ao redor do rio.

Nas Savanas Estépicas Parques, foram selecionados três padrões, na ordem em que se apresenta na tabela, o primeiro composto apenas por carandazal, possui coloração esverdeada, e uniforme, comparado aos outros padrões de Savana Estépica Parque. No ponto onde foi observado tanto carandás e paratudos, a vegetação é mais esparsa, tornando a refletância do solo mais clara, mesmo na época de chuvas. A coloração acinzentada associada a presença de paratudos aparece agora na imagem obtida em fevereiro e março, onde a rugosidade é maior e onde podem ser observadas formas de manchas ocupadas por essa mistura de Savana Estépica. A imagem da seca tem refletância significativa do solo (avermelhado), comparado com o padrão anterior, e com textura lisa sobre a rala vegetação que cobre o solo.

Onde há presença apenas de paratudo representando a Savana Estépica Parque, tanto no período de seca e cheia fica claro a pouca cobertura vegetal aparecendo alto índice de refletância do solo. Na imagem de fevereiro e março a vegetação tem expressão maior, com textura levemente rugosa, coloração verde e acinzentada com “manchas” de paratudo esparsos. Na seca a coloração avermelhada do solo é mais expressiva, e as formas concentradas de paratudo aparecem com tons mais claros de cinza, e textura mais lisa.

As áreas de contato entre vegetação Savana Estépica e Savana, ou Floresta Estacional, a grande presença de vegetação (verde bem forte) destaca-se mais no período de cheia, contudo em ambas a vegetação mais densa (Savana ou Floresta Estacional) pode ser diferenciada da mais esparsa (Chaco), através da textura e coloração das formações vegetais, na qual as primeiras formações apresentam mais rugosidade e coloração verde mais intensa, enquanto que na Savana Estépica a textura é mais lisa, apresentando um verde mais claro.

No entanto alguns padrões se confundem, como no caso da Savana Estépica Florestada e o contato do Chaco com Floresta Estacional Decidual, em ambos os casos a refletância da vegetação e a textura mais rugosa da densidade vegetal são bem semelhantes, sendo difícil determinar padrões diferentes.

## 5. Conclusões e Sugestões

O contraste entre a alta refletância de água nas imagens de fevereiro e março e a refletância significativa do solo nas imagens de setembro, foi fator significativo na caracterização dos padrões em quase todas as imagens.

Na Floresta Estacional Semidecidual Aluvial a extensa área de carandás na beira dos grandes rios é significante na diferenciação entre os próprios padrões de vegetação ciliar.

Imagens das áreas de Savana Estépica Parque demonstraram claramente a diferenciação entre os padrões de carandás e paratudos.

A vegetação rasteira presente nas áreas de pastagem cultivada demonstrou a alta refletância do solo na imagem da seca e muita umidade na cheia, sendo de fácil identificação de ambos padrões.

Padrões da Savana Estépica em contato com composições florísticas como Savana (Cerrado), Floresta Estacional Semidecidual e Florestas arborizadas em geral, são de difícil diferenciação, apresentando textura, forma e cor semelhantes.

A identificação de padrões através de técnicas e utilização de produtos do sensoriamento remoto está cada vez mais acessível e eficaz. As imagens Landsat obtidas são satisfatórias para identificação de padrões em média e pequena escala. Porém, não descartando a importância de visitas à campo como complementação aos estudos.

O estudo de caso demonstrou a importância dessa ferramenta como subsídio para trabalhos de mapeamentos, e posterior realização de projetos e planejamentos que visam proteção dos recursos naturais.

### Referências Bibliográficas

Abdon, M. M.; Silva, J. S. V. A diversidade dos padrões de imagem e sua relação com os temas de vegetação mapeados em escala regional no Pantanal. *In: Semana de Geografia da Unemat*, 9. (SEMAGEO), 2008, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Unemat, 2008a. p.1-16. CD-ROM. ISBN 978-85-89898-88-1.

Abdon, M.M.; Silva, J.S.V. **Fisionomias da Vegetação nas sub-regiões do Pantanal Brasileiro**. São José dos Campos: INPE; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2006. 1 CD-ROM. ISBN 85-50424-00-8

Abdon, M. M.; Silva, J. S. V. Identificação de padrões em imagens Landsat-ETM+ para interpretação da vegetação arbórea do cerrado na sub-região de Cáceres, no Pantanal do Estado do Mato Grosso *In: Semana de Geografia da Unemat*, 9. (SEMAGEO), 2008, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Unemat, 2008b. p. 01 - 13. CDROM. ISBN 978-85-89898-88-1.

Abdon, M. de M.; Silva, J. S. V. da; Pott, V. J.; Pott, A. Silva, M. P. da. Utilização de dados analógicos do Landsat-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 1799-1813, out., 1998. Número Especial.

**Relatório Probio-Pantanal**, 2007. Disponível em:

<<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/projeto/probiopantanal/downloads-1/documentos>>. Acesso em 30 set 2010.

Riveros, F. **The Gran Chaco**. Texto disponível em on-line em URL:

<<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Bulletin/Granchaco.htm>>; publicações do Crop and Grassland service, Agriculture Department/FAO, 2005. Acessado em 30 set 2010.

Silva, J. S. V.; Abdon, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33 (número especial). Out. 1998, p. 1703-1712.

Silva, M.P.; Mauro, R.A.; Abdon, M.; Silva, J.S.V. **Estado de conservação do Chaco (Savana Estépica) brasileiro**. Brasília, out. 2008.

Silva, J. V. S.; Caputo, A. C. B. Localização e distribuição da vegetação Savana Estépica (Chaco) no Pantanal brasileiro. *In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 3, Cáceres, MT, 16-20 de outubro 2010. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, São José dos Campos:INPE, 2010, p. 314 -323.