

A FISIONOMIA DA COBERTURA VEGETAL DO PARQUE NACIONAL DO PANTANAL MATOGROSSENSE
(PNPM) IDENTIFICADA ATRAVÉS DO SENSOR TM/LANDSAT: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL

Flávio Jorge Ponzoni
Pedro Hernandez Filho
Instituto de Pesquisas Espaciais
Ministério da Ciência e Tecnologia
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Imagens orbitais TM/LANDSAT e fotografias aéreas 35mm foram utilizadas no levantamento fisionômico da cobertura vegetal do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense. Foram consideradas duas épocas distintas - seca e de cheias - com o objetivo de avaliar a influência das variações do nível d'água sob as fisionomias vegetais identificadas. Dois mapas de vegetação foram confeccionados a partir da interpretação visual das imagens, sendo um correspondente a época seca e outro a de cheias, e através de técnicas de processamento digital foi possível avaliar quantitativamente as variações do nível d'água.

ABSTRACT

Thematic Mapper satellite images and 35mm aerial photographs were utilized in the physiognomic survey of the Pantanal Matogrossense National Park vegetation cover. Two dates were considered-dry and wet season-in order to evaluate the water level influence in the vegetation physiognomies identified. Visual interpretation and digital processing were considered. Through the first, two vegetation maps (both seasons) were done and the second allowed a quantitative study of the water level variations.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de classificação da vegetação diferem entre si basicamente por considerarem critérios fisionômicos, florísticos, ecológicos e combinações destes. Uma vez definido o sistema, as unidades de vegetação são individualizadas segundo um destes critérios, e dependendo dos objetivos desta individualização, estas unidades podem ser registradas cartograficamente, o que caracteriza o mapeamento da vegetação. Independentemente do sistema de classificação adotado, o mapeamento pode ser conduzido a diversos níveis de detalhamento que variam com os objetivos a serem atingidos por quem se utilizará do mapa final, como também pelas técnicas empregadas na coleta de dados da vegetação, que podem incluir trabalhos de campo, análise de mapas já existentes, produtos de sensoriamento remoto e a combinação de todos.

O emprego de produtos de sensoriamento remoto no mapeamento da vegetação de regiões tropicais limita a escolha e/ou adaptação do sistema de classificação a ser adotado, uma vez que as variações espaciais, espectrais e temporais nem sempre explicam variações fisionômicas, florísticas e ecológicas, pelo grande número de espécies em áreas relativamente pequenas e pela relativa uniformidade climática. As variações fisionômicas-estruturais são sem dúvida as mais perceptíveis quando da utilização de produtos de sensoriamento remoto com vistas ao mapeamento da vegetação em regiões tropicais, pois são elas que mais fortemente

vão influenciar na reflectância e consequentemente, nos padrões apresentados em imagens orbitais e fotos aéreas.

Este trabalho tem como objetivo a avaliação de imagens orbitais do sensor Thematic Mapper e fotografias aéreas 35mm na caracterização fisionômica da cobertura vegetal do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PNPM) e adjacências. Dadas as variações sazonais que ocorrem na região, principalmente pela variação da lâmina d'água, um estudo multitemporal foi conduzido através do processamento digital no sentido de avaliar e quantificar tal variação e sua influência nas fisionomias identificadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

O Pantanal Matogrossense cobre uma área de aproximadamente 100.000km², sendo em quase sua totalidade constituída por um relevo plano a levemente ondulado, numa altitude média de 100m. (Prance e Schaller, 1982). A Figura 1 ilustra a localização geográfica da região no contexto nacional.



Fig. 1 - Localização da área de estudo.

Esta região é bastante heterogênea de tal forma que é dividida em diversos "Pantanaís" cada um com suas características próprias, ecológicas e floristicamente diferenciáveis, passíveis de serem representadas cartograficamente (Adamoli, 1981). A Figura 2 mostra a subdivisão da região em dez Pantanaís, proposta por Adamoli (1981); ainda na mesma Figura 2 encontra-se delimitada a área do PNPM aonde se concentraram os estudos deste trabalho.

Por ser uma região muito plana esta está constantemente sujeita a inundações que ocorrem na época de cheias. A variação da lâmina d'água tem caráter sazonal e assume grande importância no equilíbrio ecológico da região.

A área do PNPM se encontra na bacia do rio Paraguai, mantendo-se quase que em sua totalidade de permanentemente inundada ou úmida.

2.2 IMAGENS ORBITAIS E FOTOGRAFIAS AÉREAS 35mm

2.2.1 - IMAGENS ORBITAIS

Foram adquiridos os seguintes produtos orbitais:

ORB/PUNTO	ESCALA	PASSAGEM	FORMA	BAIXAS IM
227/72C	1:100.000	02/11/86	Papel (Preto e Branco)	3,4,5
227/72E	-	02/11/86	CC1	1,2,3,4,5 e 7
227/72E	1:100.000	11/04/87	Papel (Preto e Branco)	3,4,5
227/72E	-	11/04/87	CC1	1,2,3,4,5 e 7

A passagem do dia 02/11/86 corresponde ao período seco da região enquanto que a do dia 11/04/87 corresponde ao período de cheias.

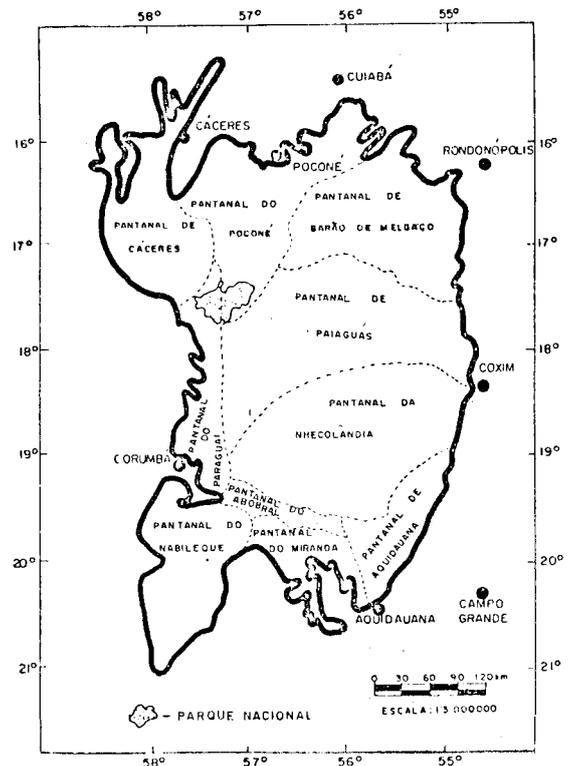


Fig. 2 - Localização e denominação das dez sub-unidades do Pantanal Mato-grossense.

FONTE: Adamoli (1981).

2.2.2 - FOTOGRAFIAS AÉREAS 35mm

Com o auxílio de uma aeronave L42 (Regente) da Força Aérea Brasileira (FAB) e um suporte para câmera fotográfica especialmente desenhado para este fim, foram tomadas fotografias aéreas com filme 35mm Ektachrome (Fuji) colorido normal de pontos no terreno, na escala 1:21.000, utilizando uma câmera Yashica FXD.

2.2.3 - INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS EM PAPEL X VERIFICAÇÃO DE CAMPO

As imagens orbitais em papel foram analisadas segundo as técnicas convencionais de interpretação. Foram selecionados pontos dentro de cada padrão identificado nas imagens os quais foram fotografados durante a missão de aerolevantamento. As fotografias 35mm serviram como substitutos de uma averiguação a nível de solo, uma vez que a área oferece grandes dificuldades de acesso e a informação desejada se referia à fisionomia da vegetação, o que podia ser constatado facilmente via aérea.

2.2.4 - ANÁLISE MULTITEMPORAL

Esta fase do trabalho foi inteiramente conduzida no sistema I-100 (Multispectral Image Analyzer) do INPE, utilizando as imagens orbitais em fita CCT.

Um módulo da imagem do dia 02/11/86 foi selecionado visualmente no sentido de abranger a área do PNPM e suas adjacências. A escala de trabalho na tela do equipamento foi fixada em 1:200.000. Uma imagem índice, resultante da razão entre as bandas TM4 e TM3 foi gerada a qual, juntamente com as demais (TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 e TM7) foram submetidas ao processo de seleção de atributos, resultando na combinação das 3 bandas que melhor separaram as classes de cobertura vegetal. Seguiu-se a aplicação do algoritmo de classificação MAXVER. O resultado desta classificação (imagem classificada) foi gravada em fita vídeo I/O para posterior utilização.

O mesmo módulo foi identificado na imagem do dia 11/04/87 o qual foi registrado sobre o anterior. Seguiram-se os mesmos procedimentos mencionados para o módulo da imagem do dia 02/11/86.

Através de um programa computacional específico implementado no I-100, foram extraídas as áreas em km² de cada classe das duas imagens classificadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

As imagens em papel nas bandas TM 3, 4 e 5 foram analisadas nas duas passagens considerando-se que na época seca (02/11/86) a banda TM5 mostrou uma maior diversidade de padrões que as demais. Isto talvez possa ser explicado pelo fato de que esta banda tem uma grande influência da quantidade de água presente na vegetação e na época considerada essa quantidade é bastante diferenciada entre as formações vegetais. Foram identificados 7 padrões principais que uma vez fotografados no terreno, resultaram nas seguintes classes: 1) Água, 2) Campo inundado, 3) Campo úmido, 4) Campo, 5) Vegetação Arbóreo-arbustiva, 6) Vegetação Arbóreo baixa e 7) Vegetação arbóreo. Cada uma destas classes foram representadas cartograficamente, resultando num mapa do PNPM e adjacências.

Com relação a passagem do dia 11/04/87 as mesmas classes foram identificadas, agora utilizando a imagem da banda TM4, uma vez que as demais não apresentaram uma maior distinção visual entre os padrões. A banda TM5 não apresentou o mesmo desempenho na passagem anterior talvez porque nesta época de cheias não exista a mesma diversidade da quantidade de água entre as formações vegetais, acarretando uma uniformidade dos padrões apresentados na imagem. As classes Vegetação Arbóreo-arbustiva, Vegetação Arbóreo-baixa e Vegetação Arbóreo não foram facilmente distinguíveis entre si em nenhuma das bandas TM consideradas nesta etapa do trabalho.

As fotografias 35mm se mostraram perfeitamente viáveis para o reconhecimento fisionômico da vegetação, principalmente em áreas de difícil acesso como a considerada neste trabalho. A altura de voo adotado, durante a missão ($\pm 900m$) permitiu uma grande facilidade de navegação e consequentemente na localização perfeita dos pontos no terreno pré-selecionados nas imagens. Em pouco tempo e a um custo relativamente baixo, uma extensa área, cerca de 1500km², foi sobrevoada.

3.2 - PROCESSAMENTO DIGITAL

As bandas TM3, TM5 e a razão 4/3 da passagem do dia 02/11/86 foram selecionadas através do processo de seleção de atributos. Foram atribuídas as cores azul, verde e vermelho a cada uma destas respectivamente, resultando numa composição falsa cor. O resultado da classificação MAXVER foram 7 classes: 1) Água, 2) Campo inundado, 3) Campo úmido, 4) Campo, 5) Vegetação Arbóreo arbustiva, 6) Vegetação Arbóreo baixa e 7) Vegetação Arbóreo, cujas distribuições estão demonstradas nos espaços bidimensionais na Figura 3.

Uma rápida análise destes gráficos permite observar que a banda TM5 e a razão banda TM4/banda TM3 foram as que contribuíram mais significativamente para a separabilidade entre classes. A Tabela 1 ilustra as áreas em km² das classes identificadas em 02/11/86.

Para a passagem do dia 11/04/87 as bandas 2,5 e a razão 4/3 foram indicadas na fase de seleção de atributos. Da mesma forma foram atribuídas a estas cores azul, verde e vermelho respectivamente.

As mesmas classes foram identificadas através do algoritmo MAXVER cujas distribuições encontram-se na Figura 4.

Nesta passagem considerada confirmou-se o que foi constatado na análise visual sobre a baixa contribuição da banda TM5 na identificação das classes consideradas, sendo a banda TM2 e a razão TM4/TM3 as que mais contribuíram para este fim. A Tabela 2 ilustra as áreas em km² das classes identificadas em 11/04/87.

Confrontando-se os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 pode-se constatar a dinâmica ocorrida na área. A diminuição da área da classe Água na época de cheias (11/04/87) pode ser explicada pelo aumento da população da vegetação de macrófitas que povoam as baías da região. Desta forma houve um mascaramento da verdadeira área ocupada por esta classe. Ainda, não foi possível detectar a água existente abaixo da vegetação, quer seja esta herbácea, arbustiva ou arbórea. A grande diminuição da área da classe Campo na passagem da época de cheias pode ser explicada pelo aumento, nesta mesma passagem, das classes Campo inundado e Campo úmido, ou seja, parte do que era Campo na época seca passou a ser qualquer uma destas duas classes na época seguinte.

TABELA 1
ÁREAS DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL
EM 02/11/86

<u>CLASSE</u>	<u>ÁREA (KM²)</u>
1) Água	368,3
2) Campo inundado	298,5
3) Campo úmido	870,1
4) Campo	779,6
5) Vegetação Arbóreo-arbustiva	450,3
6) Vegetação Arbóreo-baixa	364,5
7) Vegetação Arbóreo	111,1

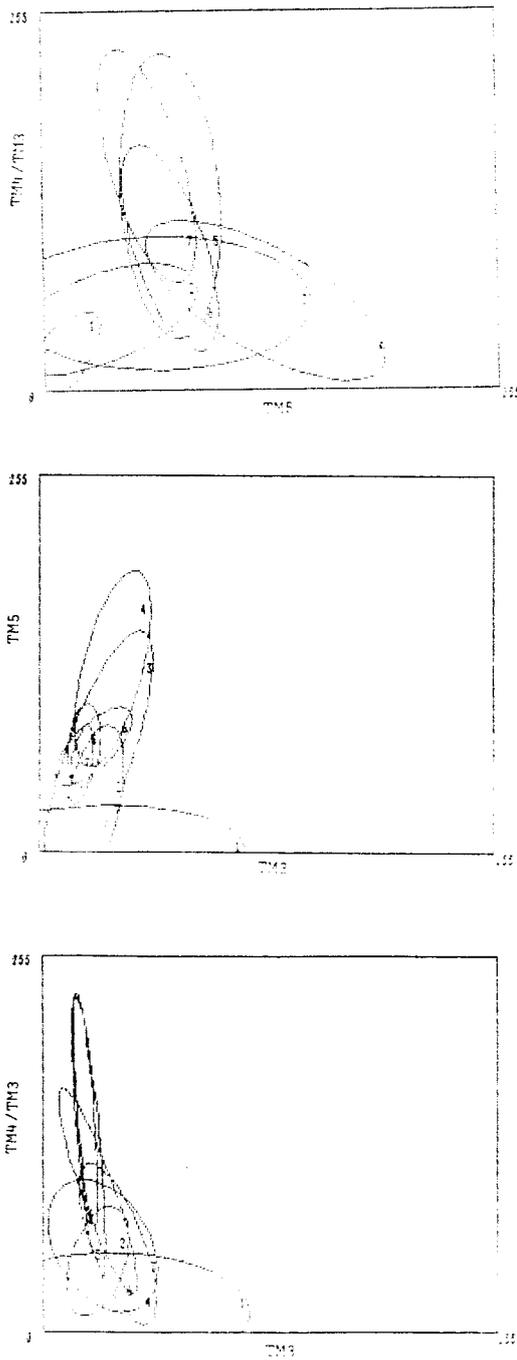


Fig. 3 - Distribuição das classes identificadas - época seca.

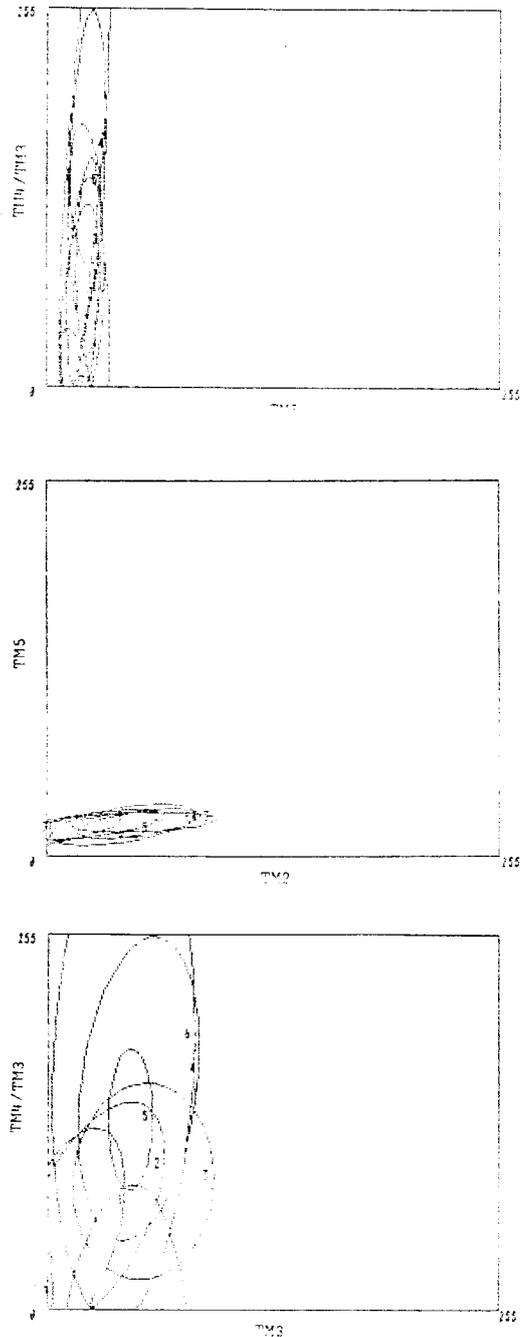


Fig. 4 - Distribuição das classes identificadas - época de cheias.

TABALA 2

ÁREAS EM KM² DAS CLASSES IDENTIFICADAS

CLASSE	ÁREA (KM ²)
1) Água	344,6
2) Campo inundado	554,1
3) Campo úmido	1.237,8
4) Campo	344,1
5) Vegetação Arbóreo-arbustiva	310,5
6) Vegetação Arbóreo-baixa	193,4
7) Vegetação Arbóreo	281,8

As classes Vegetação Arbóreo-arbustiva, Vegetação Arbóreo-baixa e Vegetação Arbórea foram também aqui confundidas entre si pelo algoritmo de classificação MAXVER na passagem de 11/04/87, (época de cheias).

4. CONCLUSÕES

A identificação fisionômica da cobertura vegetal do PNPM e adjacências foi possível através dos produtos TM. A época seca mostrou-se mais propícia para a obtenção de dados com essa finalidade uma vez que nessa época a banda TM5 proporcionou uma imagem com bom contraste e diversidade de padrões. Através do auxílio das fotografias aéreas 35mm foi possível constatar que tal diversidade pode estar associada a diferenças estruturais da vegetação, tais como, altura média, presença de estrato emergente e densidade. Uma vez que esta banda é também sensível à presença de água na vegetação os padrões verificados podem ainda estar associados não só à estrutura da vegetação como também à quantidade de água que esta retém nas folhas. Infelizmente isso não foi possível de ser verificado neste trabalho.

Para a época de cheias a banda TM4 forneceu uma imagem com maior diversidade de padrões, contudo sem o mesmo nível de detalhamento proporcionado pela banda TM5 na época seca. As classes de vegetação arbórea foram as mais confundidas entre si na época de cheias.

O algoritmo de classificação MAXVER foi mais eficiente no módulo da imagem da época seca. Isso pode ser avaliado através das fotografias aéreas 35mm.

A avaliação da dinâmica da área foi prejudicada pelo desempenho não satisfatório do algoritmo de classificação MAXVER nos módulos da imagem da época de cheias. Recomenda-se que para tal avaliação sejam utilizados mapas elaborados a partir da análise visual das imagens TM, das duas épocas, sendo estes digitalizados e submetidos a procedimentos implementados em Sistemas de Informação Geográfica.

Através da conclusão deste trabalho ficou consagrada a adoção de sistemas de classificação da vegetação baseados em sua fisionomia quando da utilização de produtos TM.

Nota: Este trabalho foi conduzido graças ao convênio firmado entre o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32. Teresina, PI. 1981. *Anais da Sociedade Botânica do Brasil*. Ed. Universidade Federal do Piauí, 1981, p.109-119.
- PRANCE, G.T.; SCHALLER, G.B. *Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal*, Mato Grosso, Brasil. *Brittonia*, 34(2):228-251, 1982.