

**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**

**ABDON**, Myrian de Moura<sup>1</sup>  
**SILVA**, João dos Santos Vila da<sup>2</sup>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais<sup>1</sup>  
Embrapa Informática Agropecuária<sup>2</sup>

myrian@dsr.inpe.br  
jvilla@cnptia.embrapa.br

Este trabalho, desenvolvido com dados obtidos no âmbito do Projeto Probio-Pantanal, teve por objetivo comparar informações de fitofisionomias observadas em áreas da sub-região de Cáceres ocupadas por Savana (Cerrado), e estabelecer padrões para interpretação de imagens. No estudo das fisionomias de Cerrado foram utilizadas imagens obtidas do satélite Landsat-ETM+, bandas 3, 4 e 5, no ano de 2002; fotografias obtidas em trabalhos de campo durante o mês de novembro de 2005; informações sobre estrutura da vegetação coletadas concomitantemente as fotografias de campo. As imagens de satélite foram trabalhadas num banco de dados elaborado no sistema SIG-SPRING. Os pontos estudados em campo e com registro de coordenadas, obtidos por GPS, foram localizados nas imagens. As fotografias foram obtidas para representar o aspecto da vegetação de arbórea de cerrado na região. A estrutura da vegetação e a cobertura do solo foram avaliadas com dados medidos em parcelas no solo, delimitadas numa área de 5 metros X 20 metros. Como resultado são apresentados gráficos de perfil da vegetação e da cobertura do solo associados a padrões de imagens para 3 fitofisionomias de Cerrado observadas na sub-região de Cáceres, no Estado do Mato Grosso.

Palavras-chave: Savana, fitofisionomia, perfil da vegetação.

## INTRODUÇÃO

O Pantanal brasileiro está inserido na região Centro-Oeste onde 35,36% de sua área encontra-se no Estado de Mato Grosso (MT) e 64,64% encontra-se no Estado de Mato Grosso do Sul. No Estado do Mato Grosso o Pantanal ocupa 48.865 km<sup>2</sup>, área esta que corresponde as sub-regiões de Poconé, Cáceres, Barão de Melgaço e parte da sub-região do Paraguai (SILVA e ABDON, 1998).

A vegetação do Pantanal é composta por quatro Regiões Fitoecológicas: Savana (Cerrado), Savana Estépica (Chaco), Floresta Estacional Decidua e Floresta Estacional Semidecidual, além de áreas de Formações Pioneiras, áreas de Contatos Florísticos, áreas de Refúgios Vegetacionais e áreas Antrópicas. No entanto, não se observam no Pantanal, grandes áreas contínuas de um único tipo de vegetação (SILVA et al., 2007).

A sub-região de Cáceres possui uma área de 12.456 km<sup>2</sup> ocupando 9,01% da planície pantaneira (SILVA e ABDON, 1998). Localiza-se no Noroeste do Pantanal brasileiro agregando áreas parciais dos municípios de Cáceres e Lambari D'Oeste. Delimita-se a Oeste pelo rio Corixo Grande; ao Norte pelo planalto adjacente; a Leste pelo rio Paraguai e Serra das Araras e ao Sul pelos rios Paraguai e Corixo Grande.

As fitofisionomias de maior ocorrência nessa sub-região são, em ordem decrescente, os Contatos Florísticos do tipo Ecótono entre Formações Pioneiras e Cerrado, Savana arborizada (Cerrado) e Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo). Estas três fitofisionomias representam aproximadamente 75% da cobertura vegetal da sub-região de Cáceres (ABDON e SILVA, 2006).

Ainda segundo ABDON e SILVA (2006), as diferentes fitofisionomias presentes na sub-região de Cáceres são descritas a seguir.

A Savana Florestada (cerradão) é formada por vegetação arbórea com altura e densidade semelhante a floresta mas com flora característica do Cerrado tal como o pequi (*Caryocar brasiliense*), pau-terra (*Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*), angico-do-cerrado (*Anadenanthera peregrina*). A Savana Arborizada é formada por

árvores tortuosas esparsas, com cobertura contínua de gramíneas, com grande ocorrência de lixeira (*Curatella americana*). A Savana Gramíneo-Lenhosa é formada por campos de gramíneas com pequenos arbustos e palmeiras anãs, com caule subterrâneo e ervas com xilopódio (base lenhosa ou pilão).

Além das Formações de Cerrado, são observadas na sub-região de Cáceres as Formações Pioneiras e os Ecótonos. As Formações Pioneiras são vegetação de primeira ocupação caracterizando-se numa vegetação com influência fluvial. São comunidades que compreendem desde a vegetação aquática até ervas e arbustos que suportam inundação. Os Ecótonos são as transições florísticas, onde as floras de diferentes Regiões Fitoecológicas se interpenetram, constituindo-se numa fitofisionomia onde as espécies se misturam.

Segundo SILVA et al. (2007), a vegetação se difere na composição da paisagem das sub-regiões do Pantanal em função do relevo, do tipo de sedimento e do grau de inundação. Dentro do domínio do Cerrado, as formações arbóreas (florestada e arborizada) variam na altura média das árvores, no padrão de densidade arbórea e na porcentagem de cobertura do solo pelo dossel, o que pode ser fundamental para sua discriminação.

RIBEIRO et al. (1983) consideram que a altura média do estrato arbóreo, no cerradão, é de 8-15 m, com dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 70 a 100%, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados. EITEN (1983) cita também, no cerradão, pode haver a ocorrência de árvores com alturas até 16 m, no entanto, considera que a altura predominante é de 7 m. ABDON et al. (1998), avaliando áreas de cerradão e cerrado na sub-região do Pantanal da Nhecolândia, no Estado do Mato Grosso do Sul, estabeleceu alguns padrões para interpretação em imagens de satélite e observou diferenças significativas na estrutura dessas formações. Nas áreas de cerradão a altura máxima das árvores alcançou 16 m com cobertura arbórea de 70 a 100%. Nas áreas de cerrado as árvores alcançaram uma altura máxima de 12 m com cobertura arbórea sendo menor que 70 %. Em áreas de cerrado mais aberto, que é uma transição entre

cerrado e campo, as árvores podem atingir até 10 m, no entanto, sua dominância é encontrada em torno de 7 m.

Portanto, a partir de imagens de satélites ambientais é possível identificar diferentes fitofisionomias de Cerrado, suas variações de densidade arbóreas e suas diferenças na cobertura vegetal do solo. Essas informações, corroboradas por informações obtidas em campo, constituem a base para os mapeamentos regionais de vegetação. A classificação e caracterização das fitofisionomias mapeadas no Projeto “Levantamento e mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Pantanal, período de 2002 na escala de 1:250.000” (Probio-Pantanal) foram efetuadas em função da composição florística, estrutural e do ambiente (SILVA et al., 2007).

Sendo assim, este trabalho, desenvolvido com dados obtidos no âmbito do Projeto Probio-Pantanal, teve por objetivo comparar informações de fitofisionomias observadas em áreas da sub-região de Cáceres ocupadas por Savana (Cerrado), e estabelecer padrões para interpretação de imagens de satélites.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo corresponde a sub-região de Cáceres, no Pantanal do MT, a qual pode ser observada na figura 1, delimitada em imagem do satélite ETM+, do ano de 2002, na composição colorida 3B 4G 5R. Três pontos foram selecionados para o trabalho em áreas ocupadas por Cerrado e Ecótono de Cerrado com Floresta Estacional Semidecidual.

O ponto 1, no qual foi realizada a parcela 4, está inserido em área ocupada por Savana arborizada (cerrado), e é localizado pelas coordenadas 16°37'43"S e 58°17'50"O. O ponto 2, que está relacionado a parcela 5, também está inserido em área ocupada por Savana arborizada e pode ser localizado pelas coordenadas 16°33'01"S e 58°06'10"O. O ponto 3, onde foi realizado o levantamento da parcela 6, está inserido em área ocupada por Ecótono de Savana e Floresta Estacional Semidecidual (cerrado e mata), e é localizado pelas coordenadas 16°37'03"S e 57°58'55"O.

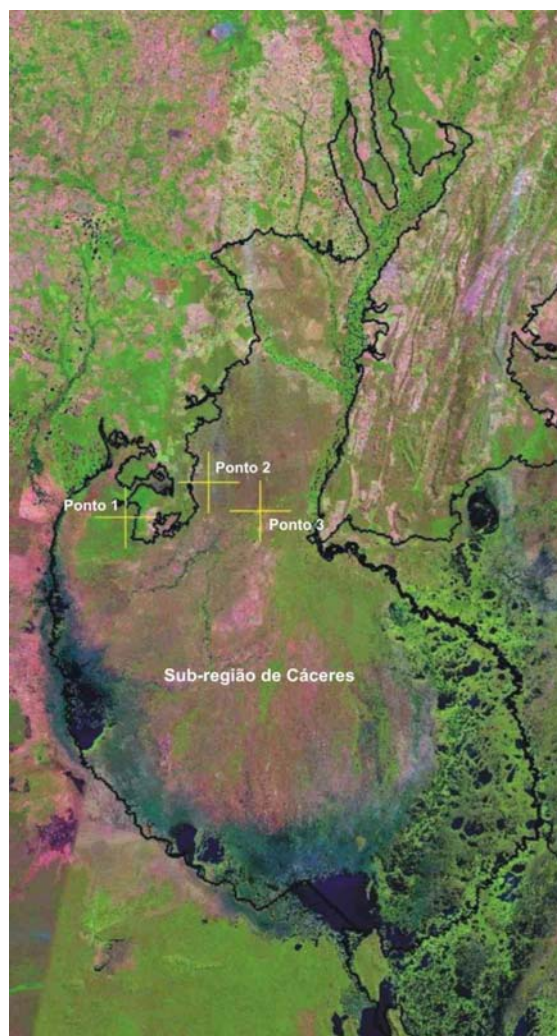


Figura 1: Sub-região de Cáceres, Noroeste do pantanal de Mato Grosso, delimitada em imagem do satélite Landsat-ETM+, datada de 2002, com a localização dos pontos onde foram realizadas parcelas na vegetação.

No estudo das fisionomias de Cerrado foram utilizadas imagens obtidas do satélite Landsat-ETM+, bandas 3, 4 e 5, no ano de 2002; fotografias obtidas em trabalhos de campo durante o mês de novembro de 2005; informações sobre estrutura da vegetação coletadas concomitantemente as fotografias de campo. As imagens de satélite foram trabalhadas num banco de dados elaborado no sistema SIG-SPRING. Os 3 pontos estudados em campo e com registro de coordenadas, obtidos por GPS, foram localizados nas imagens. As fotografias foram obtidas para representar o aspecto da vegetação de arbórea de cerrado na região. A estrutura da

vegetação e a cobertura do solo foram avaliadas com dados medidos em parcelas no solo, delimitadas numa área de 5 metros X 20 metros. As seguintes informações foram obtidas em arbóreas dentro das parcelas, em árvores com circunferência do tronco a altura do peito (CAP) superiores a 10 cm.: dados de circunferência a altura do peito, altura total da árvore, altura do início da copa, altura do início dos galhos, diâmetro da copa, qualidade do fuste, forma da copa e posicionamento da árvore dentro da parcela. A identificação da fitofisionomia e identificação das espécies arbóreas foram feitas no local, durante o trabalho de campo.

Finalmente, com os dados medidos nas parcelas, foram elaborados os gráficos de perfil da vegetação e de projeção das copas das árvores dos 3 pontos amostrados na sub-região de Cáceres.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Três parcelas em área de Domínio do Cerrado foram amostradas na sub-região de Cáceres. Duas parcelas foram identificadas no campo como Savana arborizada (cerrado senso restrito) e exemplificaram muito bem o polígono do mapeamento realizado no PROBIO-Pantanal onde estavam inseridas. A terceira parcela, identificada no campo como Ecótono de Savana com Floresta Estacional Semidecidual ficou inserida num polígono classificado no PROBIO-Pantanal como Savana florestada (cerradão). Esta associação encontrada no mapeamento deve-se ao fato de, esta fisionomia, se assemelhar ao padrão da formação de cerradão, muitas vezes não sendo possível diferencia-lo em imagens de satélite e sim, apenas por inventários florísticos.

A parcela 4 portanto, foi inventariada em área típica de Savana arborizada e referenciada pelo ponto 1 de coordenadas 16°37'43" S e 58°17'50" O. Na parcela foram dimensionadas 14 árvores com CAP (circunferência a altura do peito) acima de 10 cm. As alturas arbóreas variaram de 5 a 12 metros e a média ficou em torno de 8,7 metros. Foram registradas na parcela 4, 6 exemplares da espécie *Curatella americana* (lixeira), 5 exemplares de *Luehea paniculata* (açoita-cavalo), 1 de *Vitex*

*cymosa* (tarumã) e 2 de *Astronium fraxinifolium* (gonçalo). A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel na parcela ficou em torno de 62%.

A parcela 5 foi inventariada também em área típica de Savana arborizada e referenciada pelo ponto 2 de coordenadas 16°33'01" S e 58°06'10" O. Na parcela foram dimensionadas 9 árvores com CAP acima de 10 cm. As alturas arbóreas variaram de 4,5 a 14 metros e a média ficou em torno de 9,5 metros. Foram registradas na parcela 5, 2 exemplares da espécie *Curatella americana* (lixeira), 1 exemplares de *Diospyros hispida* (olho-de-boi), 1 de *Tabebuia aurea* (paratudo), 1 de *Sclerolobium aureum* (pau-bosta), 1 de *Byrsonima orbignyana* (canjiqueira), 2 de *Qualea parviflora* (pau-terra) e 1 de *Astronium fraxinifolium* (gonçalo). A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel na parcela ficou em torno de 63%.

A parcela 6 foi inventariada em área de Ecótono de Savana com Floresta Estacional Semidecidual e referenciada pelo ponto 3 de coordenadas 16°37'03" S e 57°58'55" O. Na parcela foram dimensionadas 12 árvores com CAP acima de 10 cm. As alturas arbóreas variaram de 5 a 17 metros e a média ficou em torno de 11,5 metros. Foram registradas na parcela 6, 6 exemplares da espécie *Caesalpinia pluviosa* (angico ferro ou sibipiruna), 4 exemplares de *Combretum leprosum* (carne de vaca), 2 de *Casearia gossipiosperma* (puruca). A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel na parcela ficou em torno de 77%. Próximo a parcela amostral aparecem muitas espécies de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e *Anadenanthera colubrina* (angico).

Nas figuras 2 e 3, cujas áreas são ocupadas predominantemente por Savana arborizada, observa-se, no padrão da imagem, que a formação vegetacional não é densa o bastante para impedir a resposta espectral do solo indicada pelos tons avermelhados. Nas áreas de Savana arborizada de menor densidade arbórea, as gramíneas ocupam o extrato inferior dessas formações sendo responsáveis pelo padrão de cerrado que apresenta tonalidades verde-avermelhadas e onde o cerrado se apresenta mais denso são observadas pequenas manchas verdes-claro.

Na figura 4, área ocupada por Ecótono de Savana com Floresta, observa-se que o padrão encontrado é indicativo de formação vegetacional densa, observado

no tom de verde homogêneo e textura rugosa. Esse padrão é semelhante ao padrão de áreas ocupadas por Savana Florestada (Cerradão) (ABDON et al., 1998). Da mesma forma, os dados obtidos na parcela referentes a altura de árvores e cobertura do solo pelo dossel na parcela são semelhantes aos dados obtidos ABDON et al. (1998) em áreas de cerradão.

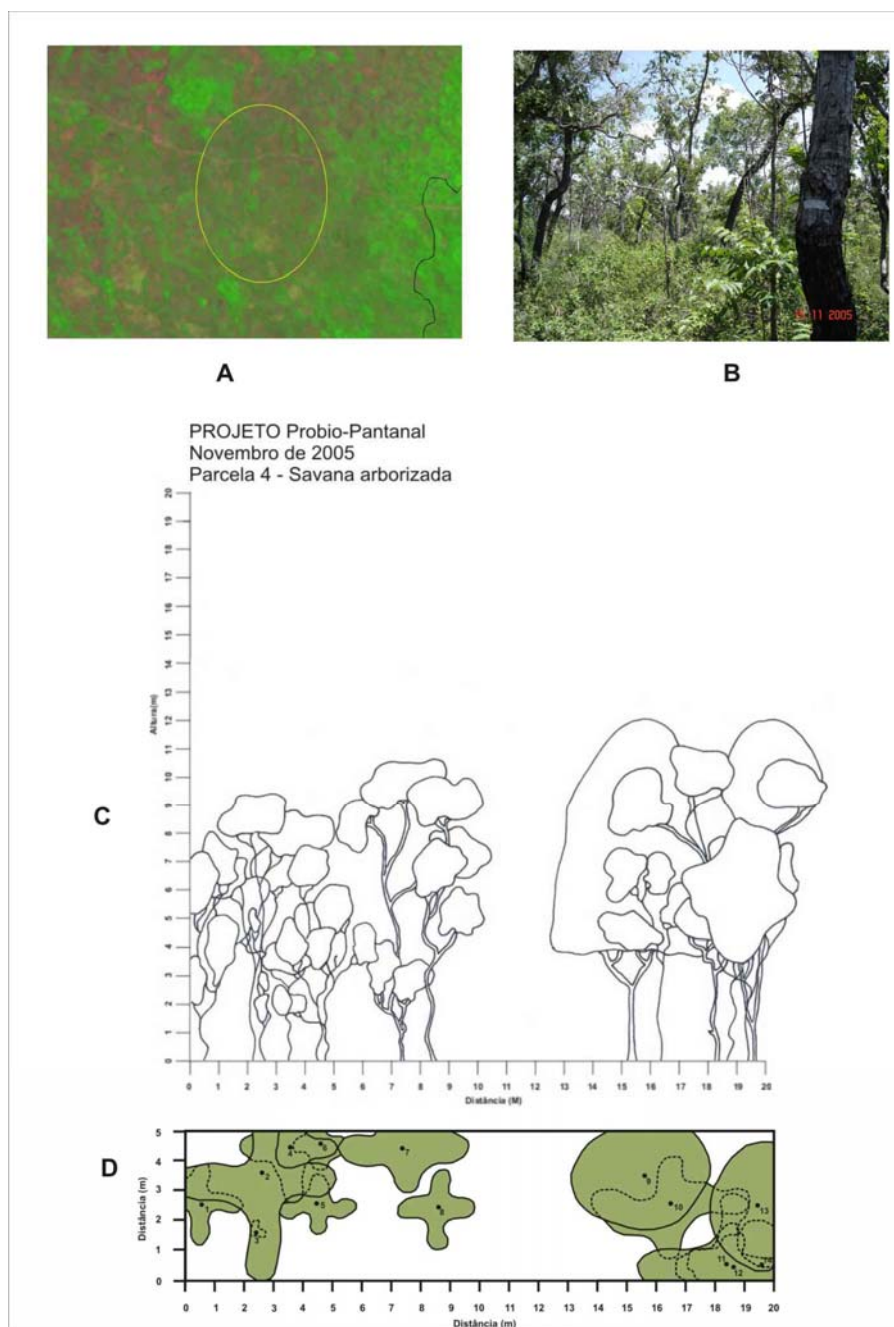


Figura 2 - Parcela 4: Área ocupada por Savana arborizada (cerrado). A: Composição colorida (3B 4G 5R) de imagem ETM+ da área no entorno da parcela. B: Fotografia

35mm da vegetação na parcela. C: Perfil da vegetação e D: Projeção das copas das árvores presentes na parcela.

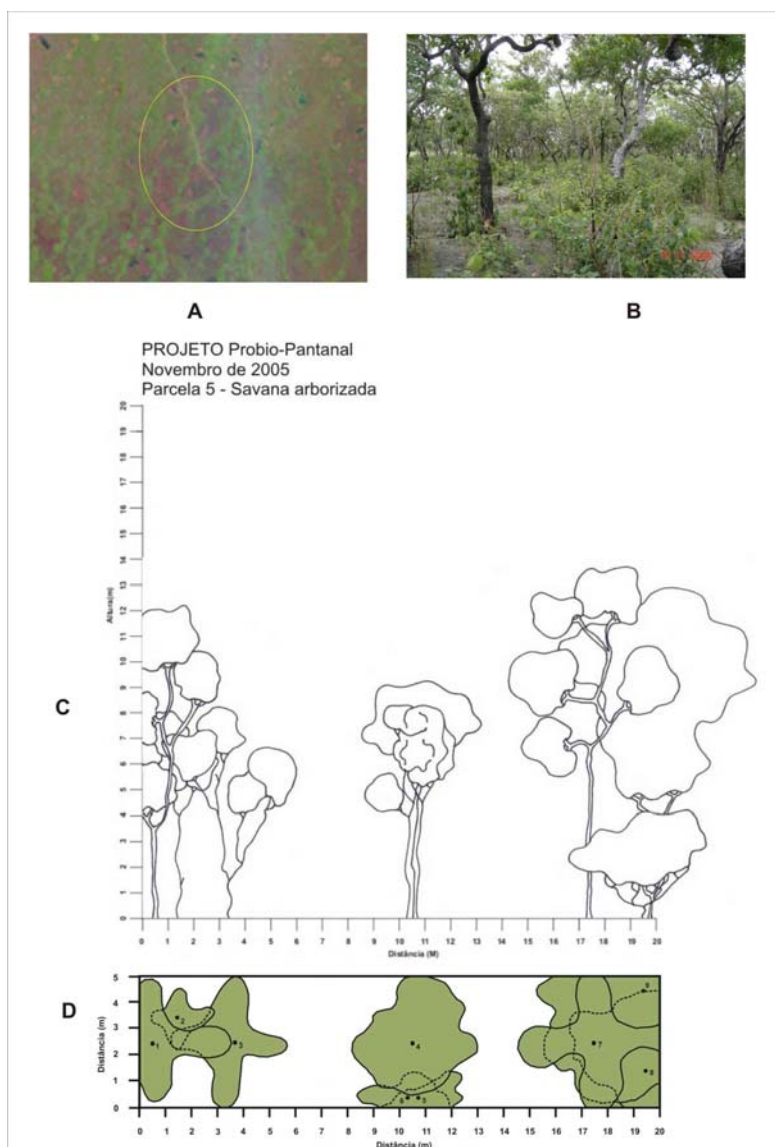


Figura 3 - Parcela 5: Área ocupada por Savana arborizada (cerrado). A: Composição colorida (3B 4G 5R) de imagem ETM+ da área no entorno da parcela. B: Fotografia 35mm da vegetação na parcela. C: Perfil da vegetação e D: Projeção das copas das árvores presentes na parcela.

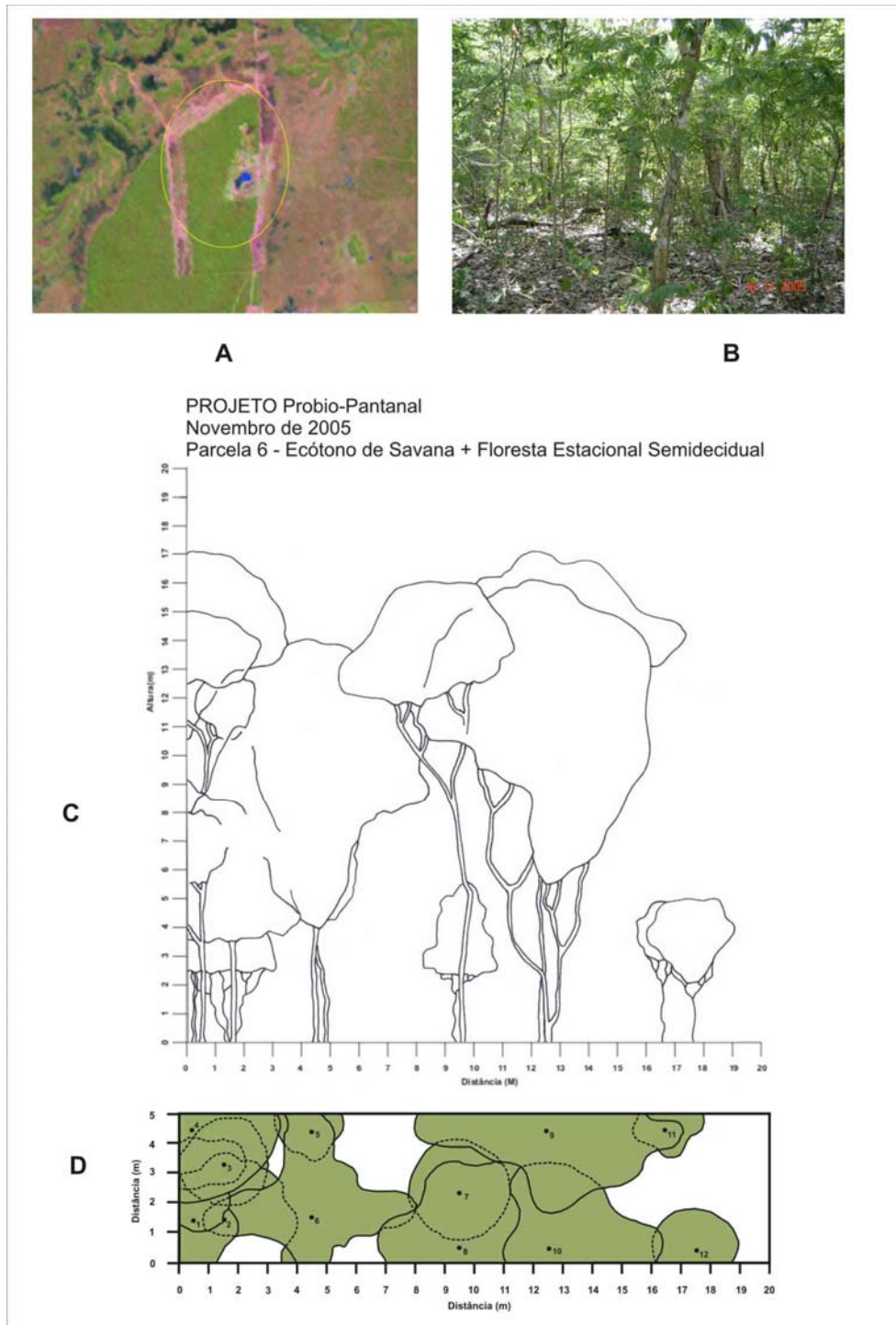


Figura 4 - Parcela 6: Área ocupada por Ecótono de Savana e Floresta Estacional Semidecidual. A: Composição colorida (3B 4G 5R) de imagem ETM+ da área no entorno da parcela. B: Fotografia 35mm da vegetação na parcela. C: Perfil da vegetação e D: Projeção das copas das árvores presentes na parcela.

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As parcelas de Savana arborizada inventariadas indicam que há um padrão na estrutura da vegetação e na cobertura do solo pelo dossel. As árvores mais altas atingiram 12 e 14 metros sendo que as alturas médias ficaram em 8,7 e 9,5 metros. A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel na parcela ficou em torno de 62% e 63%. Com algumas variações na altura máxima das árvores encontradas nas parcelas, o que pode estar relacionado as variações existentes entre cerrado denso e campo cerrado (ABDON et al., 1998) os dados se assemelham aos desses autores. No entanto, seriam necessários, mais levantamentos sobre a estrutura da vegetação para se concluir sobre as variações nas dimensões arbóreas encontradas na vegetação de Cerrado no Pantanal.

A parcela de Ecótono (Savana com Floresta Estacional) apresentou um padrão de imagem semelhante ao padrão de áreas ocupadas por Savana Florestada (Cerradão). Para uma correta identificação de áreas de ecótonos é necessário um estudo florístico mais detalhado em campo. As imagens de satélites orbitais como CBERS e Landsat, não possuem resolução espectral e espacial suficiente para esse discernimento.

A utilização de dados mais atuais, tal como os dados do projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), os quais são sensíveis a variação de altura de dosséis (VALERIANO e ABDON, 2007), pode subsidiar os mapeamentos de vegetação contribuindo na diferenciação entre formações arbóreas.

## Referências Bibliográficas

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. CD-Rom. ISBN: 85-17-00028-5, 85. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/publicações>.

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**, 33 (número especial). Out. 1998, p. 1799-1813.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq/Coord. Editorial, 1983. 305p. il.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** (2ª edição). (no prelo).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. São José dos Campos. Disponível em <[www.dpi.inpe.br/spring](http://www.dpi.inpe.br/spring)>. Acesso em 01 ago 2008.

RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACÊDO, J.; SILVA, J. da. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1983. 28 p. (Embrapa-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21).

SILVA, J.S.V.; ABDON, M.M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33 (número especial). Out. 1998, p. 1703-1711.

SILVA, J. S. V. ; ABDON, M. M. ; POTT, A. . Cobertura vegetal do Bioma Pantanal em 2002. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 23, 2007, Rio de Janeiro. Congresso Brasileiro de Cartografia, 23. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2007. v. CD-ROM. p. 1030-1038.

VALERIANO, M.M.; ABDON, M.M. Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal. **Ver**

