



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES ESPECTRAIS EVI E EVI 2 PARA DISCRIMINAÇÃO
DE PASTAGENS PLANTADAS E NATURAIS**

Stella Carvalho de **Paula**^{1a}; Laura Barbosa **Vedovato**^{1a}; Gustavo Bayma Siqueira da **Silva**^{1b};
Luiz Eduardo **Vicente**^{1c}

¹ Embrapa Monitoramento por Satélite

Nº 13512

RESUMO - A identificação e discriminação de espécies vegetais semelhantes, tais como pastagens plantadas (PP) e pastagens naturais (PN), constitui um desafio em decorrência da semelhança espectral entre essas classes. Assumindo-se uma premissa de que bandas espectrais na faixa do visível têm elevada correlação, os índices de vegetação (IVs) vêm contribuindo para a discriminação de classes. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do índice EVI 2 (índice de vegetação realçado, do inglês Enhanced Vegetation Index) na discriminação de alvos de PN e PP para dois períodos sazonais, comparando-o ao EVI. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas 14 imagens do satélite TM/Landsat 5 em uma série temporal de sete anos, entre 2004 e 2010. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que, em geral, o EVI 2 mantém a correlação com dados do EVI, caracterizando sutilmente melhor a influência da sazonalidade nos dados.

Palavras-chaves: Sensoriamento remoto, índices de vegetação, pastagem, regressão linear.

^a Estagiária Embrapa Monitoramento por Satélite, ^b Colaborador, ^c Orientador



ABSTRACT - *The need to identify and discriminate vegetable land cover types, such as planted pastures (PP) and natural pastures (PN), is a considerable challenge to remote sensing approaches due to large-extension areas, land-use changes, seasonal characteristics of the vegetation, and spectral ambiguities. Assuming the premise that spectral visible bands have high correlation, vegetation index (IVs) contributes to solving this hard task. Thus, this paper aims to analyze the behavior of EVI 2 in comparison to EVI at discriminating PP and PN targets in two seasonal periods. A sequence of 14 TM/Landsat 5 satellite images of a temporal range of 7 years, between 2004 and 2010, were used. The results show that EVI 2 maintains EVI data correlations and characterizes seasonal influences on data slightly better.*

Keywords: Remote sensing, vegetation index, pasture, linear regression.

1 INTRODUÇÃO

O território brasileiro tem aproximadamente 102,5 milhões de hectares de pastagens plantadas (PP) e aproximadamente 57,5 milhões hectares de pastagens naturais (PN) de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2013). Cerca de 15% dessas áreas de pastagem estão localizadas no Mato Grosso do Sul, onde a atividade pecuária vem se desenvolvendo, com manejo pouco intenso, há cerca de dois séculos (SANTOS et al., 2005).

A necessidade de identificar e discriminar coberturas vegetais semelhantes, tais como PP e PN (formações gramíneo-lenhosas), constitui um grande desafio em decorrência das grandes extensões de áreas, da acentuada ocupação humana, da sazonalidade marcante da vegetação natural e da confusão espectral entre essas classes (SANO et al, 2008). Existem diversas técnicas que possibilitam a identificação de diferentes composições da paisagem, além da checagem direta em campo, a maioria delas por sensoriamento remoto, analisando o comportamento espectral e temporal do alvo (PAZ et al., 2009).

Assumindo-se uma premissa de que bandas espectrais na faixa do visível têm elevada correlação, os índices de vegetação (IVs) vêm contribuindo para essa difícil tarefa de discriminar feições de pastagens naturais e plantadas em áreas de Cerrado. O índice de vegetação realçado (EVI – *Enhanced Vegetation Index*) é um aperfeiçoamento do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*), sendo que o EVI tem maior sensibilidade a variações do dossel, fator de ajuste para solos e redução das influências atmosféricas (FREITAS; SHIMABUKURO, 2007). Já o EVI 2, proposto por Jiang et al. (2008),



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

anulou a utilização da banda espectral na faixa do azul, minimizando, assim, distorções causadas pela atmosfera, já que essa banda é a mais sensível a essas variações, teoricamente melhorando os resultados fornecidos pelo EVI.

Séries temporais de IVs costumam utilizar dados de sensores com alta resolução temporal e baixa resolução espacial, como mostra o trabalho de Freitas et al. (2011), que disponibilizaram séries temporais EVI 2 provenientes do MODIS como ferramenta de auxílio para a análise da mudança de uso e cobertura do solo. Trabalhos envolvendo séries temporais e IVs para imagens do satélite TM/Landsat 5 são menos recorrentes em razão de dificuldades do pré-processamento, tais como lacuna de dados em razão da cobertura de nuvens e correção dos efeitos atmosféricos.

Os alvos terrestres captados por imagens de sensores remotos sofrem a interferência da interação da atmosfera com a radiação eletromagnética, que tem como consequência alterações na resposta espectral registrada pelo sensor e diminuição do contraste de superfícies próximas (VICENTE, 2007; ZULLO JÚNIOR et al., 1996). Portanto, a supressão dos efeitos da atmosfera é de grande importância, por garantir a isonomia dos dados a serem analisados. Para aplicação desta metodologia por métodos físicos (por exemplo, correção via modelo MODTRAN), é necessária a obtenção de vários parâmetros, os quais muitas vezes não existem para regiões tropicais em razão da falta de sensores que cobrem essa área. Por isso, a correção acaba por ser desconsiderada ou baseada em métodos muito simplificados e que podem produzir erros de estimativa de reflectância da superfície terrestre até superiores aos das imagens originais (DE PAULA et al., 2012).

De acordo com De Paula et al.(2013), o EVI mostrou ser eficiente na discriminação de feições vegetacionais que têm em sua composição florística o estrato gramíneo-lenhoso (IBGE, 2013) em ambiente de Cerrado quando comparado a índices como NDVI, *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) e *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do índice EVI 2 na discriminação de alvos de pastagens naturais e plantadas para dois períodos sazonais, comparando-o ao EVI.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Fazenda Olhos d'Água, localizada na região norte do Município de Aquidauana, no Estado de Mato Grosso do Sul, como mostra a Figura 1, foi escolhida para o presente trabalho por ser área amostral do projeto “GeoDegrade – Desenvolvimento de geotecnologias para identificação e monitoramento de níveis de degradação em pastagens”.

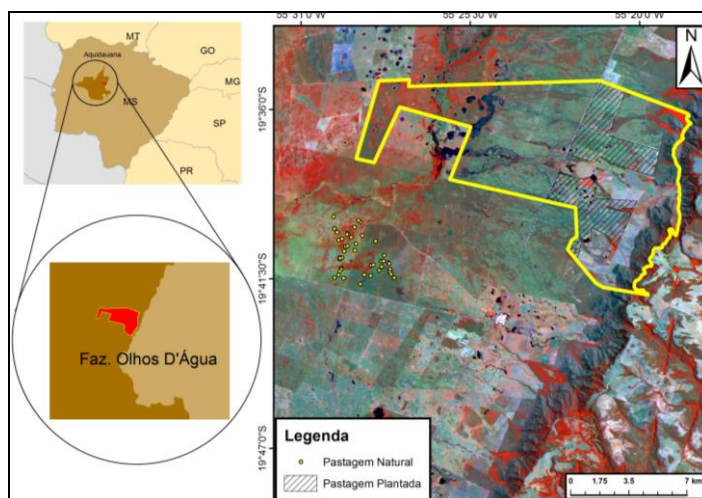


Figura 1. Localização da Fazenda Olhos d'Água, imagem de 9/11/2011 do satélite TM/Landsat 5, órbita-ponto 225-74. Composição R(4)G(5)B(3).

O município está localizado entre as coordenadas 18°48'15" e 20°28'57"S de latitude sul e 54°55'54" e 56°59'15" de longitude oeste. Com relação ao clima, são predominantes duas estações, uma seca e outra chuvosa, sendo que a primeira vai de abril a setembro e a segunda tem início no mês de outubro e prolonga-se até março. Sua economia é voltada para o setor pecuarista, e ele tem cerca de 5% da quantidade de cabeças de gado de todo estado (IBGE, 2013). Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas 14 imagens do satélite TM/Landsat 5 em uma série temporal de sete anos, entre 2004 e 2010. Foram selecionadas duas imagens para cada ano, uma representando o fim do período de seca e a outra, o fim do período chuvoso (Tabela 1).

Tabela 1. Data das imagens TM/Landsat 5 utilizadas.

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Período chuvoso	11/abr	29/mar	1/abr	20/abr	6/abr	9/abr	12/abr
Período seco	18/set	5/set	11/nov	11/set	15/out	19/nov	15/out

As imagens foram georreferenciadas na projeção UTM, Zona 21 Sul e *datum* WGS-84. Para cada imagem foi empregada uma composição de seis bandas, cobrindo as regiões espectrais do visível ao infravermelho de ondas curtas (0,45 a 2,35 μm) e, após esta etapa, foi executada a correção utilizando o modelo de transferência radioativa (MODTRAN) (DE PAULA et al., 2012). Após a correção atmosférica das imagens, foram calculados os seguintes índices de vegetação (IVs): EVI (Equação 1) e EVI 2 (Equação 2).



$$EVI = G * \frac{B_{NIR} - B_{Red}}{B_{NIR} + C_1 B_{Red} - C_2 B_{Blue} + L} * (1+L) \quad (1)$$

A equação do EVI contém um fator de ajuste para solos (L) e dois coeficientes (C1 e C2), os quais são determinados empiricamente, assumindo-se 1,0, 6,0 e 7,5 como seus respectivos valores. Eles descrevem o uso da banda azul para correção da banda vermelha quanto ao espalhamento atmosférico (JENSEN, 2009). No entanto, as imagens utilizadas já estavam com os efeitos da atmosfera corrigidos.

$$EVI 2 = 2,5 * \frac{B_{NIR} - B_{Red}}{(B_{NIR} + 2,4 * B_{Red} + 1)} \quad (2)$$

Onde B_{NIR} refere-se à banda do infravermelho próximo (banda 4 do TM/Landsat 5) e B_{Red} (banda 3 do TM/Landsat 5), à banda do vermelho. Este índice apresenta comportamento similar ao tradicional índice EVI, que tem melhor sensibilidade em área com alta biomassa, além de não utilizar a banda do azul (banda 1), que apresenta distorções decorrentes do espalhamento atmosférico (JIANG, 2008).

De acordo com o sistema de informação geográfica (SIG) da área de estudo desenvolvido por Silva et al., (2012) e com mapeamento da cobertura vegetal do bioma Pantanal (BRASIL, 2007), foram selecionadas áreas de PN e PP. Em cada área, foram gerados aleatoriamente 40 pontos, os quais foram minuciosamente conferidos para certificar que representavam as áreas selecionadas sem coincidir com outras formações, como capão. Após a seleção das amostras, foram extraídos no ENVI (RSI, 2008) os valores dos IVs para cada ponto. Para cada grupo de 40 amostras, foram gerados gráficos de dispersão com linhas de tendência e índices de correlação relacionando os valores obtidos de EVI e EVI 2 em dois períodos, seco e chuvoso, para cada alvo analisado (PP e PN). Também foram relacionados valores do período chuvoso com o período seco para cada feição e um mesmo IV.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Figura 2, de maneira geral, a correlação entre os valores de EVI 2 e EVI para PN e PP foi elevada ($R^2 > 0.96$), o que significa que os valores de ambos os IVs são homólogos. Portanto, o EVI 2 responde tão bem quanto o EVI para as feições propostas nos períodos avaliados. Além disso, observou-se também que os IVs avaliados são ligeiramente menos semelhantes (menor correlação) no período chuvoso para ambos os tipos de pastagem. Isso



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

ocorre porque, no período chuvoso, há aumento da biomassa, fazendo com que ocorra menor homogeneidade entre os valores de IV.

Os resultados obtidos neste trabalho abordaram diferentes IVs, porém de uma mesma plataforma orbital, ou seja, foram comparadas imagens com as mesmas características espectrotemporais. Miura et al. (2008) observaram elevada correlação entre o mesmo IV (EVI), porém com imagens obtidas de diferentes sensores (ASTER e MODIS).

A opção por se obter as correlações entre os períodos sazonais foi motivada pela observação, por De Paula et al. (2013), da influência da sazonalidade na discriminação de alvos por meio de IVs. A Figura 3 apresenta a regressão linear entre as duas épocas do ano para as diferentes pastagens com dados de EVI e EVI 2.

Os resultados indicaram que, comparando-se PP_EVI e PP_EVI 2, ocorreu uma correlação ligeiramente menor em EVI 2, o que significa que os valores da PP para este índice foram sutilmente mais discrepantes que os valores de EVI, o que é vantajoso, pois o EVI 2 conseguiu destacar um pouco melhor a diferença sazonal desta feição. Para PN, o EVI 2 também se mostrou ligeiramente mais eficiente em apontar as diferenças da sazonalidade, pois seus valores foram pouco menores do que os valores do EVI.

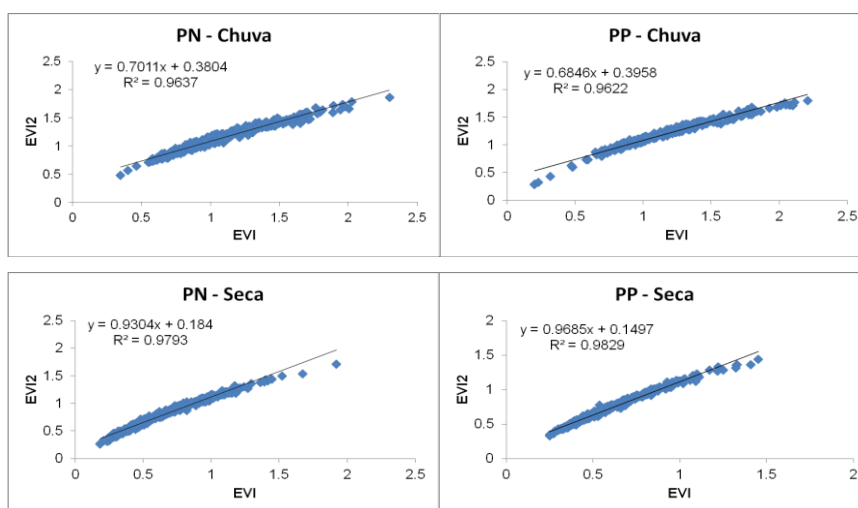


Figura 2. Gráficos de correlação entre os IVs para PP e PN em diferentes períodos sazonais.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

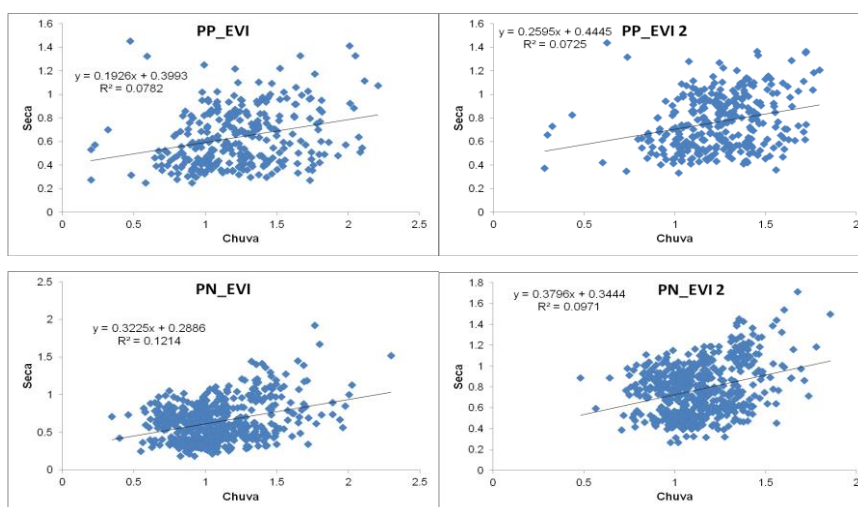


Figura 3. Gráficos de correlação dos valores de IVs os períodos de chuva e seca para PN e PP.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que os valores do EVI 2 para pastagens em imagens TM/Landsat 5 apresentaram valores semelhante aos obtidos com o EVI, com a vantagem de não utilizar a banda 1, que apresenta problemas decorrentes dos efeitos atmosféricos. Com relação à discriminação das sazonalidades, também foi possível observar que o EVI 2 se mostrou discretamente mais eficiente que o EVI para os alvos analisados. Portanto, em geral o EVI 2 mantém a correlação dos dados do EVI, caracterizando sutilmente melhor a influência da sazonalidade nos dados. Para trabalhos futuros, é proposto verificar se as diferenças apresentadas são estatisticamente diferentes e averiguar se a diferença encontrada entre os IVs é unicamente decorrente da ausência da banda 1 para o EVI 2.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Subprojetos Mapeamento dos biomas brasileiros:** bioma Pantanal. Campinas, SP, 2007. 45 p. Edital Probio 02/2004. Projeto executivo B.02.02.109. Coordenador técnico: Eduardo Delgado Assad. Unidades executoras: Embrapa Informática Agropecuária, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Embrapa Gado de Corte e Instituto Meio Ambiente Pantanal (IMAP/SEMA,MS). Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/pantanal/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2010.

FREITAS, R. M.; ARAI, E.; ADAMI, M.; SOUZA, A. F.; SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F. T.; YUZO, F.; ROSA, R. R. Visualização Instantânea de Séries Temporais EVI2-MODIS na América do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., Curitiba, 2011. **Resumos...** [Brasília, DF]: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.ltid.inpe.br/sbsr2011/files/p1310.pdf>> Acessado em: jun. 2013.

FREITAS, S. R.; SHIMABUKURO, Y. E. Diagnosticando florestas tropicais através do sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis, 2007. **Resumos...**



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

[Brasília, DF]: INPE, 2007. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/10.19.16.55/doc/1671-1678.pdf>>. Acesso em: jun. 2013.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604p.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote sensing of Environment**, v. 112, p. 3833-3845, 2008.

MIURA, T.; YOSHIOKA, H.; FUJIWARA, K.; YAMAMOTO, H. Inter-comparison of ASTER and MODIS surface reflectance and vegetation index products for synergistic applications to natural resources monitoring. **Sensors**, v. 8, p. 2480-2499, 2008.

DE PAULA, S. C.; VEDOVATO, L. B.; GOMES, D.; VICENTE, L. E. Avaliação de procedimento para correção de efeitos da atmosfera em ambiente tropical utilizando dados Landsat TM 5. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012. Jaguariúna, SP. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 10 p.

DE PAULA, S. C.; SILVA, G. B. S.; VICENTE, L. E.; GOMES, D.; NOGUEIRA, S. F.; ANDRADE, R. G. Avaliação de índices espectrais aplicados a série multitemporal TM/Landsat 5 para o mapeamento de fitofisionomias e pastagem em ambiente de cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1790-1792.

PAZ, C. R.; SAQUET, D. B.; FERRAZ, R. C.; GIROTTO, J.; PEREIRA, R. S.; COSTA, V. P. Discriminação de diferentes espécies de pastagens com uso da espectrorradiometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.20.43/doc/1175-1181.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

RSI. **Environment for Visualizing Images - EVI**. ver. 4.5. Boulder, CO: ITT Industries, 2008.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A.; CARDOSO, E. L.; **Substituição de Pastagem Nativa de Baixo Valor Nutritivo por Forrageiras de Melhor Qualidade no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. 5 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 62).

SILVA, G. B. S.; ARAUJO, L. S.; NOGUEIRA, S. F.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; VICENTE, L. E.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G. Sistema de Informação Geográfica (SIG) e base de dados geoespaciais do projeto Geodegrade In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 2487-2493.

VICENTE, L. E. **Caracterização de Sistemas Ambientais Tropicais Complexos utilizando análise Sistêmica e Classificação Hiperespectral de dados do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)**. 2007. 192 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ZULLO JUNIOR, J. ; BEZERRA, P. C.; GUYOT, G.; GU, X. Importância Prática da Correção Atmosférica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 8., 1996. Salvador, BA. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 1996. p. 977-978.