

Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP

Anderson Antonio da Conceição Sartori¹
Ramon Felipe Bicudo da Silva¹
Marcela Navarro Pianucci¹
Célia Regina Lopes Zimback¹

¹Universidade Estadual Paulista – UNESP/BOTUCATU
Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas - GEPAG
CEP 18610-307 – Botucatu – SP, Brasil
asartori@fca.unesp.br, ramonbicudo@yahoo.com.br, marcelanp1@hotmail.com,
czimback@gmail.com

Abstract. Normalized Difference Index Vegetation (NDVI) is used to indicate the growth and the energy of green vegetation. The carried out this research was determining to calculate the NDVI, through the study of Landsat 5 satellite image in April 2001 and 2005 that they mark the end of the rainy time. The study area understands the city of Botucatu - SP, situated in the region Center-South the 232 km of the Capital of the State of São Paulo. The images had been imported, georreferenciadas and analyzed for method NDVI using itself the Geographic System of Information SIG IDRISI-Andes. It can be concluded that areas many extensive ones had suffered variations from the index, had a reduction in the biomass of the 2005 image and some areas had been influenced by the change in the use of lands.

Palavras-chave: remote sensing, LANDSAT 5, NDVI, sensoriamento remoto, LANDSAT 5, NDVI.

1. Introdução

A dinâmica da paisagem compreendida como o fluxo contínuo de mudanças no ambiente, associado à ação humana na paisagem, modelando-a segundo os interesses sócio-econômicos e culturais, acelera os processos de mudança no ambiente através da atividade de expansão urbana, substituição da vegetação nativa por culturas anuais, perenes e por pastagens. Neste contexto, o uso de imagens de satélite, um dos produtos do sensoriamento remoto, aplicado ao geoprocessamento em ambiente Sistema de Informação Geográfico (SIG), contribui significativamente para o monitoramento, mapeamento e fiscalização da superfície terrestre, bem como o acompanhamento das reações biofísicas da vegetação em respostas a fatores climáticos e edáficos (POELKING et al., 2007).

Através do sistema de satélites de monitoramento ambiental para obtenção de imagens da superfície da terra como fonte de informação para a produção de mapas, impulsionou a inovação no ramo do Geoprocessamento e o crescimento das ciências que estudam a dinâmica da paisagem. A grande frequência na obtenção das imagens de sensoriamento remoto é uma das características mais importantes desta ferramenta, pois permite o acompanhamento constante na mudança da paisagem, proveniente das ações humanas o que permite, de forma indireta, identificar a dinâmica dos processos econômicos e de expansão urbana no ambiente. O acesso gratuito a estas imagens, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), também é um fator que estimula o uso da técnica (POELKING et al., 2007).

Segundo Feitosa (2006), são mais de cinquenta os índices de vegetação, obtidos através de medidas da reflectância das faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

A base científica para a razão do índice de vegetação é atribuída à absorção da radiação na região espectral do vermelho, pelas clorofilas presentes nas células vegetais e ao espalhamento ou reflectância pelas folhas da radiação na região espectral do infravermelho próximo. Assim, cada banda passa a ser um indicador total de vegetação, onde solo e atmosfera podem conferir incertezas na estimativa dos parâmetros biofísicos (FEITOSA, 2006).

Entre os índices, o mais comumente usado é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Assim, o NDVI gerado a partir de imagens do sensor TM - Landsat é dado pela equação 1 (LOPES e ZANARDI, 2007).

$$\text{NDVI} = (\rho_{\text{ivp}} - \rho_{\text{v}}) / (\rho_{\text{ivp}} + \rho_{\text{v}}) \quad (1)$$

Onde:

ρ_{ivp} : é a reflectância no infravermelho próximo;

ρ_{v} : é a reflectância no vermelho.

Os fatores ecológicos morfológicos e fisiológicos representam papel importante na dinâmica da vegetação em relação ao meio ambiente e exercem influência na interação com a energia eletromagnética, levando a vegetação a diferentes comportamentos espectrais de acordo com suas condições biofísicas. Isto pode levar uma determinada vegetação a respostas diferentes à absorção de radiação vermelho ou a reflectância do infravermelho próximo em função de um déficit hídrico, nutricional ou à idade da planta. Para Oliveira et. al. (2007), em razão desta característica, os índices de vegetação são usados para inferir e monitorar a cobertura e a vigor da vegetação através de imagens de sensores multiespectrais.

O presente trabalho objetiva calcular o NDVI, através do estudo de duas imagens de satélite LANDSAT 5, na região de Botucatu, em anos diferentes que apresentam diferença significativa no índice pluviométrico, identificando a influência do estresse hídrico no vigor da vegetação.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo compreende o município de Botucatu - SP, situado na região Centro-Sul a 232 km da Capital do Estado de São Paulo. Está delimitada pelas coordenadas geográficas, longitudes 48°1439 a 48°5003 W e latitudes 22°3522 a 23°0430 S, ocupando uma área de 1.522 km² (Figura 1).

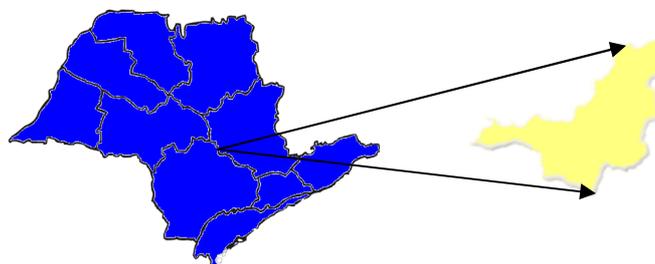


Figura 01. Área de estudo pertencente ao município de Botucatu-SP.

O clima do município de Botucatu é classificado pelo sistema Köppen, como tipo Cfa – clima temperado chuvoso (precipitação média anual dos últimos 20 anos de

1477,06 mm), com direção de ventos basicamente vindo do sudeste (SE). Veloso et al. (1991) atribui, à região de Botucatu, a formação de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual.

As imagens LANDSAT 5 TM utilizadas foram de 16 de abril de 2001 e 11 de abril 2005, mês que marca o fim da época chuvosa para este município, compreendida entre os meses de setembro a março, correspondente a cena 76 da órbita 220.

As imagens foram adquiridas gratuitamente do site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, foram importadas e georreferenciadas utilizando-se o Sistema de Informação Geográfica SIG IDRISI-Andes.

Para a geração do NDVI foram utilizadas as bandas 4 e 3 do satélite Landsat TM, ou seja, a banda da região do infravermelho próximo e do vermelho, respectivamente.

O cálculo da relação de bandas e geração dos *NDVI's* foi executado pela função *Image Processing>Transformation> VEGINDEX*.

Utilizando o *VEGINDEX*, que oferece 19 tipos de cálculos de índice de vegetação, foram elaborados os mapas de *NDVI* de ambos os anos considerados e variando de -1 a +1 em tons de cinza.

Para a análise dos índices de vegetação, algumas considerações são importantes. A vegetação tem reflectância baixa na região da luz visível, devido à clorofila que absorve a radiação solar para permitir a fotossíntese, e alta na do infravermelho próximo, pois o tecido das folhas tem baixa absorção desses comprimentos de onda. A cobertura vegetal com estresse hídrico tende a absorver menos radiação solar, aumentando sua reflectância no espectro visível e a absorver mais no infravermelho próximo. Assim, a diferença entre as reflectâncias nesses comprimentos de onda tende a decrescer quanto maior o nível de estresse hídrico da cobertura vegetal (POELKING et. al., 2007).

Os valores de *NDVI* oscilam entre -1 e +1 (Figura 2), que correspondem, respectivamente, às características de estresse hídrico e de uma vegetação exuberante. A água tem reflectância na banda 3 maior do que na banda 4, portanto apresenta valores negativos, próximos a -1, no *NDVI* o mesmo ocorrendo com áreas de sombra. As nuvens refletem de forma semelhante no visível e no infravermelho próximo, portanto espera-se que o valor do pixel seja em torno de zero. O solo nu ou com vegetação rala apresenta valores positivos, mas não muito elevados. Vegetação densa, úmida e bem desenvolvida apresenta os maiores valores de *NDVI*, próximos a 1 (POELKING et. al., 2007).

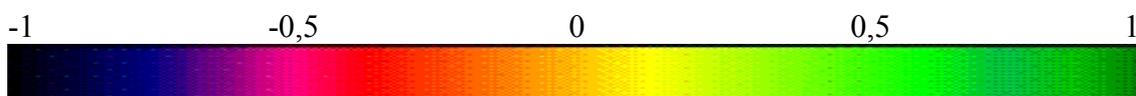
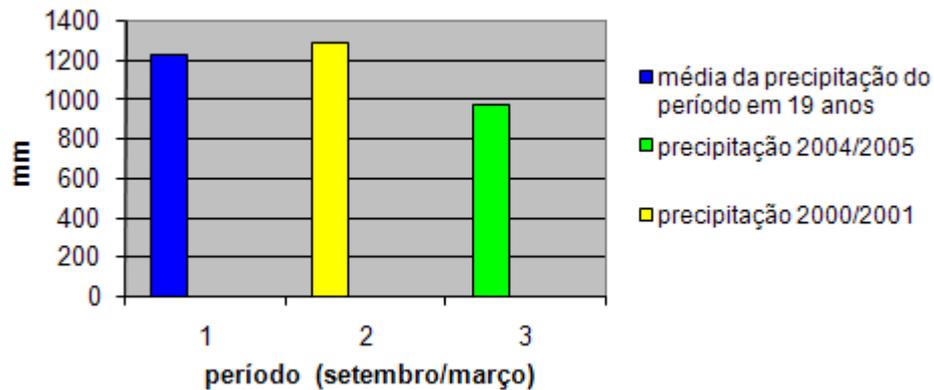


Figura 02. Valores da razão entre as bandas do Infravermelho e Vermelho (NDVI).

3. Resultados e Discussão

Os dados pluviométricos dos últimos 20 anos (UNESP Campus de Botucatu, Fazenda Lageado) com informações das médias mensais de 1988 a 2007, foram analisados e identificados um período de chuva regular e um período de déficit hídrico. Os anos selecionados foram de 2000/2001 e 2004/2005, respectivamente. O índice pluviométrico anual do período de chuvas regulares foi de 1283,9 mm e do período em que ocorrem déficits hídricos foi de 972,5 mm. A diferença do índice pluviométrico anual dos dois anos selecionados foi de 311,4mm.

Os dados pluviométricos dos anos selecionados estão expostos na (Figura 3). Desta forma, através das informações contidas no gráfico, pode-se identificar a diferença no índice pluviométrico entre a média do período das chuvas nos últimos 20 anos para o período de 2004/2005 de 256,47 mm e uma correspondência da média dos últimos 20 anos com o período de 2000/2001 – 1228,97/1283,9, respectivamente.



Fonte: estação meteorológica do Departamento de Recursos Naturais da UNESP Botucatu

Figura 03. Precipitação no período chuvoso de setembro/março para o município de Botucatu-SP.

As Figuras 4 e 5 mostram imagens que representam a mesma área em épocas diferentes. Estas imagens foram obtidas em abril de 2001 e 2005, respectivamente, mês seguinte ao final da época de chuvas para o município de Botucatu.

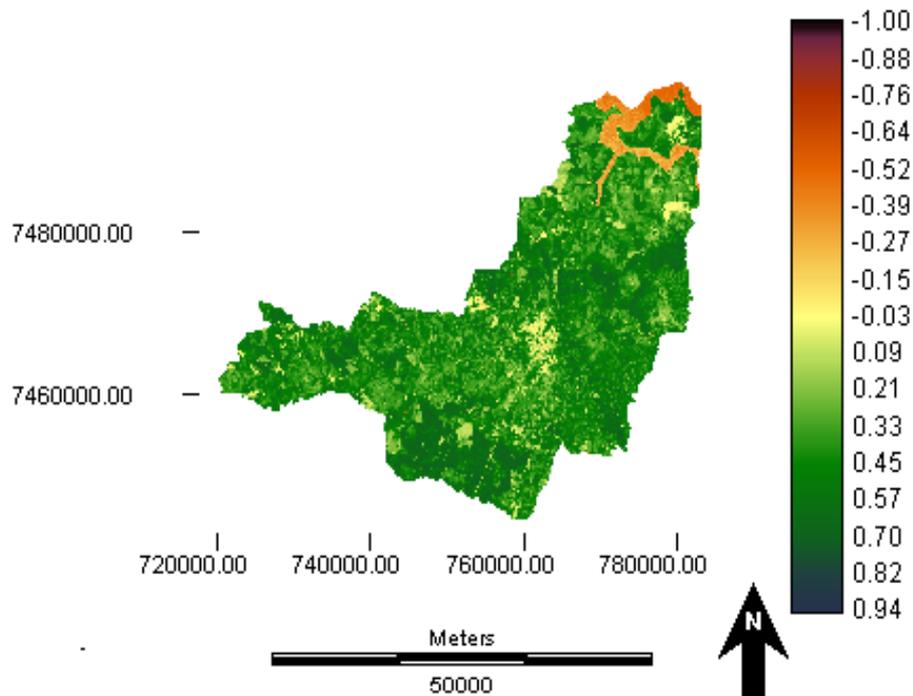


Figura 04. Imagem LANDSAT 5 classificada NDVI do município de Botucatu em 2001.

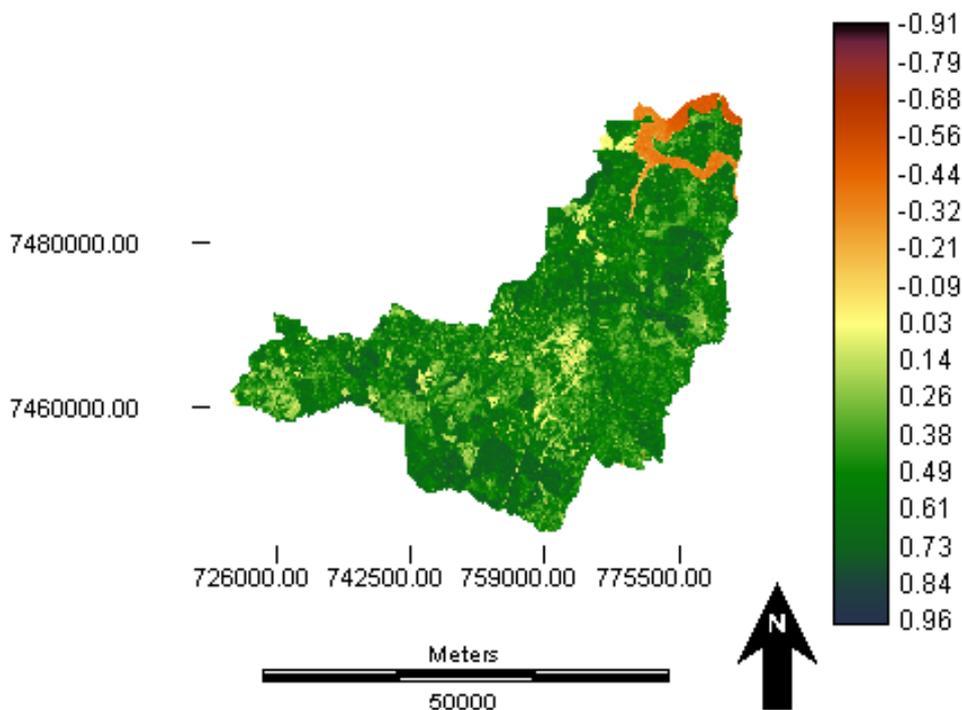


Figura 05. Imagem LANDSAT 5 classificada NDVI do município de Botucatu em 2005.

Nota-se que, em ambas as imagens, as áreas que apresentaram os valores de *NDVI* mais positivos (áreas de maior vigor da vegetação) encontram-se com vegetação de florestas, uma vez que nesses locais a cobertura do solo é maior, mantendo maior umidade no solo mesmo em épocas de estiagem. Já as áreas com valores de *NDVI* menores, ocorrem com cobertura de pastagens e agricultura intensiva, que são plantas de menor porte e menor resistência ao stress hídrico.

Deve-se lembrar ainda que, mesmo em condições de boa disponibilidade de água, existem áreas com valores baixos de *NDVI*, que podem ser devido à presença de solo exposto ou ainda devido ao tipo de solo com baixa retenção de água. Solos rasos, pedregosos ou de textura arenosa podem intensificar os efeitos da deficiência de água na classificação do *NDVI*.

Outra forma para a verificação de possíveis mudanças ocorridas nos mapas de *NDVI* durante o período estudado é por meio de uma operação matemática de subtração (Equação 2) entre os dois mapas. Esta operação é realizada por uma subrotina do programa IDRISI conhecida como *OVERLAY* da seguinte forma:

$$DIF_{01/05} = NDVI_{2001} - NDVI_{2005} \quad (2)$$

Onde: $NDVI_{2001}$ é o mapa do ano de 2001;

$NDVI_{2005}$ é o mapa do ano de 2005.

O resultado, exposto na (Figura 6), é representado por um mapa com escala

contínua de valores negativos aumentando para valores positivos. Valores positivos significam maior ganho de *NDVI* e, inversamente, valores negativos indicam decréscimo no *NDVI* do ano de 2005. Conseqüentemente, as áreas com valores próximos a zero não apresentam mudanças significativas na refletância da paisagem.

É interessante ressaltar que em algumas áreas onde houve acréscimo no *NDVI* foi verificado uma mudança no uso da terra e, conseqüentemente, na refletância do local.

Outra consideração seria sobre o tamanho da área. Áreas muito extensas com usos variáveis teria múltiplas explicações sobre a variação do *NDVI*. Área com cultivo anual, dependendo da época pode apresentar *NDVI* próximo a zero devido ao preparo do solo (áreas desprovida de vegetação).

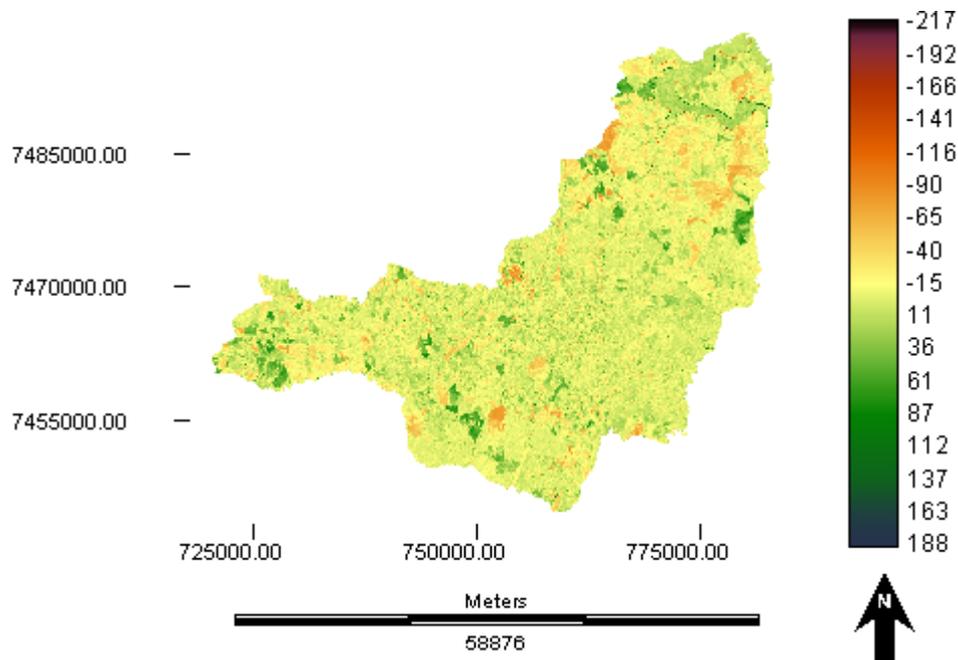


Figura 06. Mapa das diferenças de *NDVI* de 2005 para 2001.

4. Conclusões

Verifica-se pelas análises dos Índices de Vegetação (*NDVI*), das duas épocas, que:

- houve uma diminuição na biomassa na imagem de 2005;
- algumas alterações no índice foram influenciadas pela mudança no uso das terras;
- áreas muito extensas exige múltiplas explicações sobre a variação do índice;
- em áreas com cultivo anual, dependendo da época, pode apresentar variáveis refletâncias, refletindo no *NDVI*.

5. Referências

FEITOSA, M. V. **Varição temporal do Índice de Vegetação (NDVI) correlacionada ao uso e manejo do solo para a estimativa da erosão.** Instituto Agronômico de Campinas - IAC, Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical 2006. 128p.

LOPES, F.; ZANARDI, R. P. **Utilização de imagens CBERS-2 no estudo comparativo da cobertura vegetal da região dos Campos de Cima da Serra – município de Vacaria/RS** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.947-952. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.55/doc/947-952.pdf>>

OLIVEIRA, L. G. L.; PEREIRA, L. M.; PEREIRA, G.; MORAES, E. C.; MAEDA, E. E. **Estudo da variabilidade de índices de vegetação através de imagens do TM+/LANDSAT 7,** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5995-6002. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.18.02.36/doc/5995-6002.pdf>>

POELKING, E. L.; LAUERMAN, A.; DALMOLIN, R. S. D. **Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico,** anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4145-4150. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.18.33/doc/4145_4150.pdf>

VELOSO, H. P. et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal.** [s.l.]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123 p.