



## ESTIMATIVA DE MUDANÇAS TEMPORAIS COM O CÁLCULO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITABERÁ (SP)

Ana Clara de Barros<sup>1</sup>, Amanda Aparecida de Lima<sup>2</sup>, Felipe de Souza Nogueira Tagliarini<sup>3</sup> & Zacarias Xavier de Barros<sup>4</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo realizar a análise temporal da cobertura vegetal, num período de 10 anos do município de Itaberá-SP, utilizando os índices de vegetação NDVI e NDWI por meio de imagens de satélite. Do ano de 2005 foram utilizadas duas imagens do Landsat 5 de órbita/ponto 221/76 e 221/77 e uma imagem de 2015 do Landsat 8, órbita/ponto 221/76. As bandas espectrais utilizadas foram: 3,4 e 5 do Landsat 5 e 4,5 e 6 do Landsat 8 que correspondem aos comprimentos de ondas do vermelho (RED), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (SWIR1), respectivamente. Através das análises dos índices, constatou-se que as áreas que possuem baixos valores de NDVI também possuem baixos valores de NDWI, o que indica uma vegetação que sofre estresse hídrico e com baixo teor de clorofila. Os valores mais altos indicam vegetação fotossinteticamente ativa, que contém maior teor de umidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto, processamento de imagens, cobertura vegetal.

## TEMPORAL ANALYSIS USING VEGETATION INDEX OF VEGETATION COVER IN ITABERA (SP)

**ABSTRACT-** The objective of this work was to carry out the temporal analysis of the vegetation cover, in a period of 10 years of Itaberá-SP county, making use of the vegetation index NDVI and NDWI of satellite images. Two Landsat 5's images of 2005 with path/row 221/76 and 221/77 and one Landsat 8's image, path/row 221/76 were used. The spectral bands used were: 3, 4 and 5 of the Landsat 5 and 4, 5 and 6 of the Landsat 8 that correspond to red wave lengths (RED), near infrared (NIR) and medium infrared (SWIR1), respectively. It was found that areas with low NDVI values also have low NDWI values, indicating vegetation water stress and low chlorophyll contents. The highest values indicate Photosynthetically active vegetation, which contain higher moisture contents.

**KEYWORDS:** Remote sensing, images processing, vegetal cover.

### 1 INTRODUÇÃO

A redução dos custos operacionais e do tempo gasto para realização da atividade de monitoramento territorial é, certamente, uma das principais dificuldades enfrentadas para sua operacionalização em escala nacional. O sensoriamento remoto tem se firmado como a alternativa mais promissora para realização das atividades de identificação, delimitação e mapeamento do uso e cobertura da terra, sobretudo pela escala cartográfica e frequência exigida para sua sistematização (CLARK et al., 2010).

As imagens de satélite têm sido utilizadas como auxílio no levantamento da área ocupada pelas culturas agrícolas e outras formas de uso do solo. A utilização de imagens de diversos sensores deve-se ao fato de possuírem caráter de cobertura abrangente e serem obtidas frequentemente (EPIPHANIO; LUIZ; FORMAGGIO, 2002).

O emprego dos índices de vegetação, para caracterizar e quantificar culturas agrícolas apresenta duas grandes vantagens: 1º) permite reduzir a dimensão das informações multiespectrais e minimiza o impacto das condições de iluminação e visada; 2º) fornece um número fortemente correlacionado aos parâmetros agrônômicos (CHEN; TARDIN; BATISTA, 1986). No entanto, os índices de vegetação podem ser afetados pelas características de iluminação, visada, pelo substrato abaixo do dossel e sua arquitetura, justificando assim um estudo para avaliar o tipo de índice de vegetação mais adequado para cada aplicação (TANAJUR; ANTUNES; UBERTI, 2005).

As análises temporais baseadas nos índices de vegetação, em especial o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), permitem identificar a dinâmica da vegetação em distintas escalas temporais, abrangendo desde a caracterização de ciclos fenológicos anuais ou de menor duração até variações desses ciclos ao longo de vários anos, para caracterizar a dinâmica das transições entre diferentes usos e coberturas das terras (BRADLEY et al., 2006; LU et al., 2004).

<sup>1, 2, 3 e 4</sup> UNESP/FCA. Energia na Agricultura - Área de geoprocessamento e sensoriamento remoto. E-mails: [anaclara\\_inha@hotmail.com](mailto:anaclara_inha@hotmail.com); [aalima2603@gmail.com](mailto:aalima2603@gmail.com); [felipe\\_tagliarini@hotmail.com](mailto:felipe_tagliarini@hotmail.com); [zacariasxb@fca.unesp.br](mailto:zacariasxb@fca.unesp.br)

O índice de vegetação NDWI é um método desenvolvido por McFeeters (1996) com o intuito de delinear feições na água presentes no ambiente e realçar a presença das mesmas na imagem digital obtida por sensoriamento remoto. Este índice derivou do NDVI, o qual se baseia na assinatura espectral característica de uma vegetação verde e sadia que mostra um evidente contraste entre a combinação das bandas do vermelho e do infravermelho próximo. O NDWI é obtido através de combinações das bandas espectrais do infravermelho próximo (0,86  $\mu\text{m}$ ) e infravermelho médio (1,24  $\mu\text{m}$ ), proposto por Gao (1996).

O índice de vegetação Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) proposto por Rouse et al. (1973) é dado a partir da reflectância das faixas do infravermelho próximo e vermelho. (LEIVAS et al., 2013).

O NDVI tem sido empregado para detectar os efeitos da sazonalidade, o estágio fenológico da vegetação, duração do período de crescimento, pico de verde, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009). A estimativa da cobertura vegetal através dos índices faz-se indispensável para monitorar as mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação e para constatar a ocorrência de estresse hídrico (JENSEN, 2009).

De modo recente, o NDWI tem se destacado no monitoramento do estresse hídrico em ambiente semi-árido, tendo em vista que as bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio são altamente correlacionadas com o conteúdo de água do dossel vegetal, conseguindo acompanhar melhor as alterações na biomassa vegetal, na estimativa da quantidade de água em culturas agrícolas, dentre outros. Comparando o NDVI com o NDWI, o benefício do emprego do NDWI resulta de sua menor sensibilidade aos efeitos atmosféricos (OLIVEIRA et al., 2010).

Por meio do presente trabalho objetivou-se realizar a análise dos índices NDVI e NDWI a fim de criar mapas temáticos que apresentam a real situação da vegetação no município de Itaberá, realizando a comparação temporal do ano de 2005 e 2015 do município. Tais resultados fornecerão embasamentos para pesquisas futuras produzindo dados do comportamento da vegetação para estudos de monitoramento da superfície vegetativa do solo.

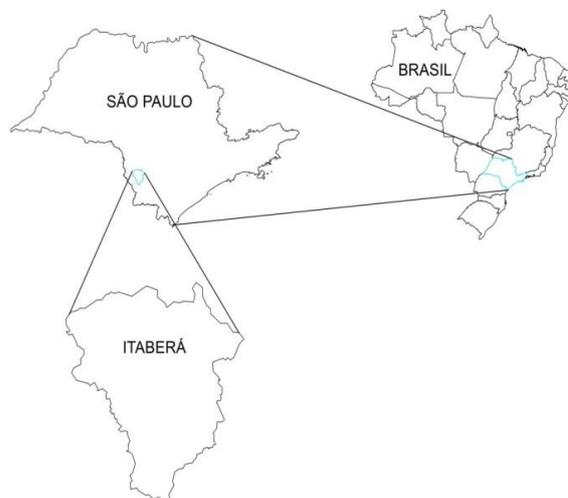
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Itaberá localiza-se na região sudeste do Estado de São Paulo entre as coordenadas geográficas de latitude 23°51'43" sul e longitude 49°08'14" oeste de W Gr. distando 318 km da Capital (Figura 1).

O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa sendo definido como clima

subtropical/clima tropical de altitude; a temperatura média anual é de 20,6°C e precipitação média anual de 1193,7 mm, com altitude de 640 metros (CEPAGRI, 2016).

Conforme IPT (2006), o município de Itaberá possui vocação agrícola, voltada para as atividades da pecuária e o cultivo das culturas temporárias, com destaque para o milho, feijão, trigo e soja.



**Figura 1** – Mapa de localização do Município de Itaberá/SP

As imagens utilizadas para o desenvolvimento desse trabalho foram originadas do Landsat-5, obtidas gratuitamente, junto à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e do Landsat 8, obtidas gratuitamente, através do site americano Earth Explorer – USGS.

A região estudada está inserida nas imagens de órbita/ponto 221/76 e 221/77 do Landsat 5, na qual foram utilizadas duas cenas do dia 04 de maio de 2005 e uma cena do Landsat 8, órbita/ponto 221/76 do dia 19 de julho de 2015. As datas das imagens foram escolhidas em função da ausência de nuvens e por corresponder a períodos do ano em que a vegetação está fotossinteticamente ativa, evitando interferências equivocadas, ocorrendo assim a possibilidade de uma análise mais específica do comportamento da vegetação.

As bandas espectrais utilizadas foram: 3,4,5 do Landsat 5 e 4,5,6 do Landsat 8 que correspondem aos comprimentos de ondas do vermelho (RED), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (SWIR1), respectivamente. Estas bandas foram utilizadas, pois as mesmas são necessárias à implementação dos índices de vegetação utilizados nesta pesquisa (NDVI e NDWI) e também para a elaboração da composição colorida na etapa de fotointerpretação das imagens.

Com o término dos ajustes de irradiância e reflectância das bandas, partiu-se para o cálculo dos índices de

vegetação NDVI (Eq. 1) proposto por Rouse et al. (1973) e NDWI (Eq. 2), de acordo com Gao et al. (1996).

$$\text{Eq. 1 NDVI} = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (1)$$

Onde:  $\rho_{iv}$  e  $\rho_v$  referem-se as bandas do infravermelho-próximo e vermelho, respectivamente.

$$\text{Eq. 2 NDWI} = \frac{\rho_{ivp} - \rho_{vm}}{\rho_{ivp} + \rho_{ivm}} \quad (2)$$

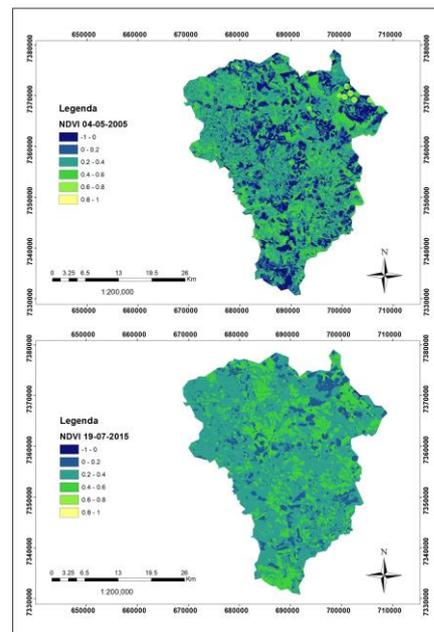
Onde:  $\rho_{ivp}$  e  $\rho_{ivm}$  referem-se as bandas do infravermelho-próximo e infra-vermelho médio, respectivamente.

Para uma melhor interpretação dos dados os índices foram separados em seis classes, onde a primeira classe vai de -1 até 0, e de 0 a 1 as outras cinco classes.

Quanto aos índices de vegetação, os valores mais próximo de 1 satisfazem as áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto que os valores próximos a 0 representam as menores quantidades de vegetação (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009) como, solo exposto, ao passo que valores próximos a -1 representam os pixels escuros como água ou sombra.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta do índice NDVI pode ser averiguada em razão da presença de vegetação fotossinteticamente ativa, que está relacionado com o teor de clorofila presente nas plantas. Sendo assim, os valores mais elevados correspondem à vegetação sadia, com maior densidade de biomassa verde. E os valores mais baixos, apresentam à vegetação estressada e degradada, de porte pequeno representando pouca biomassa, já os valores negativos denunciam a presença de solo exposto, podendo ser analisado na Figura 2.



**Figura 2 -** Mapas do índice de vegetação NDVI do município de Itaberá, SP nos anos de 2005 e 2015.

As áreas foram analisadas visualmente por meio da evolução temporal das composições no intervalo de 10 anos, sendo assim, foi possível considerar que as áreas que representam a classe de solo exposto no ano de 2005 comparada com a de 2015 foram substituídas pela agricultura anual e alguns fragmentos de florestas plantadas. Pode-se observar também um aumento na área irrigada, ficando visível o aumento da classe em que a vegetação apresenta desenvolvimento pleno e fotossinteticamente ativo.

Na Tabela 1, pode-se constatar a variação dos valores do índice aplicado nos dois anos.

**Tabela 1 - Estatística de classificação dos mapas.**

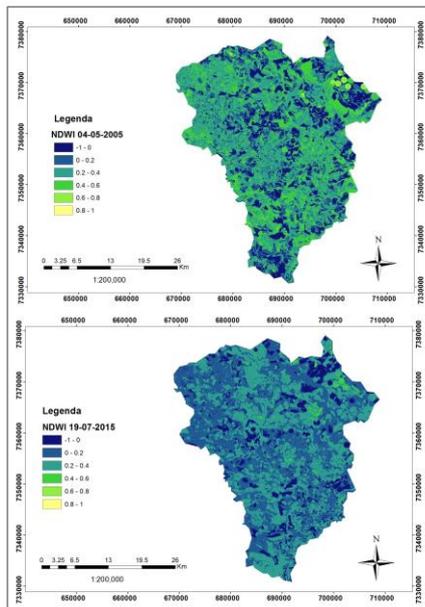
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
NDVI 2005	-0,91	0,89	0,25	0,19
NDVI 2015	-0,18	0,59	0,32	0,11

Os índices de NDVI variaram em 2005 de -0,91 a 0,89, com média de 0,25 e com desvio padrão de 0,19. No ano de 2015 os índices variaram de -0,18 a

0,59, com média de 0,32 e com desvio padrão de 0,11. Como é possível observar nos mapas os valores que mais variaram foram os de -1 a 0 que representa solo exposto, 0,2 a 0,4 que são plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado e de 0,4 a 0,6 vegetação fotossinteticamente ativa.

Para considerar o índice NDWI, os valores mais elevados correspondem à vegetação que mais contém água na estrutura interna e os valores menores são

indicativos da vegetação com menor abundância de água, como é possível ponderar na Figura 3.



**Figura 3** – Mapas do índice de vegetação NDWI do município de Itaberá, SP nos anos de 2005 e 2015.

Como se pode constatar entre os mapas, no ano de 2005 possui um nível maior de umidade do que no ano de 2015. Isso é possível identificar, pois os tons de verdes mais claros são os valores mais elevados de água, e em 2015 só é possível visualizar esses tons mais claros nas áreas irrigadas.

Na Tabela 2, é possível comparar a variação dos valores da estatística do índice entre os anos.

**Tabela 2** - Estatística de classificação dos mapas.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
NDWI 2005	-0,91	0,89	0,25	0,19
NDWI 2015	-0,22	0,45	0,17	0,13

Os índices de NDWI, a partir da análise temporal, variaram no ano de 2005 -0,91 a 0,89, com média de 0,25 e com desvio padrão 0,19. No ano de 2015 os índices variam de -0,22 a 0,45, com média de 0,17 e com desvio padrão 0,13. Como é possível observar nos mapas os valores que mais variaram foram os de 0,4 a 0,6 e o 0,6 a 0,8 que representam a vegetação com maior teor de água.

Confrontando as análises dos dois índices, compreende-se que as áreas que possuem baixos valores de NDVI também possuem baixos valores no NDWI, apresentando uma vegetação que sofre estresse hídrico indicando baixo teor de clorofila.

Os valores mais altos indicam vegetação fotossinteticamente ativa, contendo maior teor de umidade, sendo encontrados nas áreas de mata ciliar tanto no NDVI quanto no NDWI apresentando maior taxa de biomassa e de umidade, devido à proximidade dos corpos d'água.

## 4 CONCLUSÃO

Os índices de vegetação NDVI e NDWI estudados neste trabalho proporcionaram analisar de forma ampla, por meio da análise temporal, a cobertura vegetal do município de Itaberá-SP.

O índice NDWI complementa a informação obtida no NDVI, demonstrando que quanto maior os valores desse índice, maiores serão as áreas de vegetação fotossinteticamente ativa, sendo os valores também relacionados diretamente ao teor de água existente na vegetação.

## 5 REFERÊNCIAS

BRADLEY, B. A.; JACOB, R. W.; HERMANCE, J. F.; MUSTARD, J. F. A curvefitting procedure to derive inter-annual phenologies from time series of noisysatellite NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, Providence, USA, v. 106, p. 137-145, 2006.

CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas. Campinas, SP, 2016. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_251.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_251.html)>. Acesso em: 15 nov. 2016.

CHEN, C. S.; TARDIN, A. T.; BATISTA, G. T. **Índices de vegetação e suas aplicações na agricultura**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1986. 24 p. INPE-3912-MD/030.

CLARK, M. L.; AIDE, T. M.; GRAU, H. R.; RINER, G. A scalable approach to mapping annual and cover at 250 m using MODIS time series data: A case study in the Dry Chacoeco region of South America. **Remote Sensing of Environment**, New York, USA, v. 114, n. 1, p. 2816-2832, 2010.

EPIPHANIO, J. C. N.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. Estimativa de áreas agrícolas municipais, utilizando sistema de amostragem simples sobre imagens de satélite. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 61, p. 187-197, 2002.

GAO, B. NDWI - Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space. **Remote Sensing of Environment**, New York, USA, v. 58, p. 257-266, 1996.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Plano diretor participativo do município de Itaberá, SP**. São Paulo: IPT, 2006. 55 p. Parecer Técnico n. 10.852-301.

JENSEN, J. R. **sensoriamento remoto do ambiente: uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

LEIVAS, J. P.; ANDRADE, R. G.; VICENTE, L. E.; TORRESAN, F. E.; VICTORIA, D. C.; BOLFE, E. L. Monitoramento da seca de 2011/12 a partir do NDWI e NDVI padronizado do SPOT - Vegetation. **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu, Brasil, INPE. Anais...2013. p.364-370, 2013.

LU, D.; MAUSEL, P.; BRONDÍZIO, E.; MORAN, E. Change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, Inglaterra, v. 25, n. 12, p. 2365-2407, 2004.

MCFEETERS, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, Inglaterra, v. 17, n. 7, p. 1425-1432, 1996.

OLIVEIRA, T. H.; SILVA, J. S.; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNCIO, J. D.; NÓBREGA, R. S.; PIMENTEL, R. M. M. Detecção espaço-temporal de estresse hídrico na vegetação do semi-árido no nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI - Estudo de caso Serra da Capivara e Serra do Congo - PI. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**, Coimbra, Portugal. Anais...2010. p. 01-12, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 136 p.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite Symposium, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1973. v. 1, p. 309-317.

TANAJURA, E. L. X.; ANTUNES, M. A. H.; UBERTI, M. S. Avaliação de índices de vegetação para a discriminação de alvos agrícolas em imagens de satélites. **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, n.16-21. Anais...2005. p.301-307, 2005.