

ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA NO RIBEIRÃO SÃO MATEUS-MS

Nathan Henrique da Silva Barbosa¹; Paulo Henrique de Oliveira Filho¹; Renato Alberto Momesso Franco^{2*}

¹ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; ² Doutor em Agronomia – UNESP; Pós-Doutorado em Agronomia – UNESP; docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas - FITL/AEMS.

*autor correspondente: bioramfranco@yahoo.com.br

RESUMO

Com técnicas de sensoriamento remoto é possível a elaboração de índice de vegetação para monitorar e quantificar a variação espacial e temporal da vegetação, utilizando dados de reflectância espectrais da radiação eletromagnética. O estudo teve como objetivo a estimativa do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) utilizando técnicas de sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Ribeirão São Mateus, para subsidiar informações técnicas para a gestão dos Recursos Hídricos e atender a Lei de Política Nacional do Recursos Hídricos, N° 9.433/1996. Os maiores valores IVDN observados na pesquisa foram no período chuvoso na região de estudo e a redução nos valores ocorreram no período seco. Sendo o uso eucalipto com os maiores valores de IVDN e os menores valores ocorreu no uso pastagem. Com base de informações espectrais do IVDN observa-se um padrão sazonal da vegetação em relação as datas avaliadas da passagem do satélite Landsat. As informações obtidas no estudo foram armazenadas em um banco de dados, para futuras consultas das informações e auxiliar os tomadores de decisões na gestão dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto; recursos hídricos; NDVI.

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é amparada pela Lei de Política Nacional do Recursos Hídricos, com N° 9.433/1996. Esta Lei tem como objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessidade de disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Para um adequado exercício da Lei, foi estabelecido os instrumentos de gestão, no caso do presente estudo a maior atenção será dada ao instrumento de planos de recursos hídricos, que visam fundamentar e orientar a implementação da política, bem como o gerenciamento dos recursos hídricos. Os Planos envolvem conhecimento técnico-científico para a gestão dos recursos hídricos, e a unidade de planejamento para o gerenciamento de recursos hídricos é a

bacia hidrográfica, conforme estabelecido na Lei.

Diante disso, o desenvolvimento de técnicas de estudo em bacias hidrográficas é fundamental para a compreensão sobre o uso da água como recursos hídrico.

O uso do sensoriamento remoto orbital apresenta-se como uma ferramenta promissora para avaliações tanto no aspecto meteorológico quanto climático (TAGHVAEIAN; NEALE, 2011). Além disso, a questão de escala espacial para a identificação da bacia hidrográfica é uma aplicação que facilita o estudo.

Com técnicas de sensoriamento remoto é possível a elaboração de índice de vegetação para monitorar e quantificar a variação espacial e temporal da vegetação, utilizando dados de reflectância espectrais da radiação eletromagnética.

Existem diferentes índices de vegetação e são obtidos através de equações matemáticas que utilizam a reflectância em várias faixas espectrais da radiação eletromagnética. O principal objetivo dos índices de vegetação é utilizar a informação espectral para identificar a vegetação e não vegetação. O índice permite avaliar o desenvolvimento da vegetação natural e de culturas agrícolas, ocorrência de pragas e doenças, condição de seca e outros eventos meteorológicos (PONZONI et al., 2012).

Para a identificação do índice ocorre através da superfície da vegetação que absorve a radiação eletromagnética na faixa do visível (0,4 a 0,7 μ m) e reflete a radiação na faixa do infravermelho próximo (IVP) (0,72 a 1,10 μ m). O índice é elaborado por meio de uma razão matemática que combina valores de reflectância do visível e do infravermelho próximo.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) foi elaborado por Rouse et al. (1973) e é calculado através da diferença da reflectância entre a faixa do infravermelho próximo e a faixa do

visível, essa diferença é normalizada pela razão entre as faixas do infravermelho próximo e visível.

2 OBJETIVOS

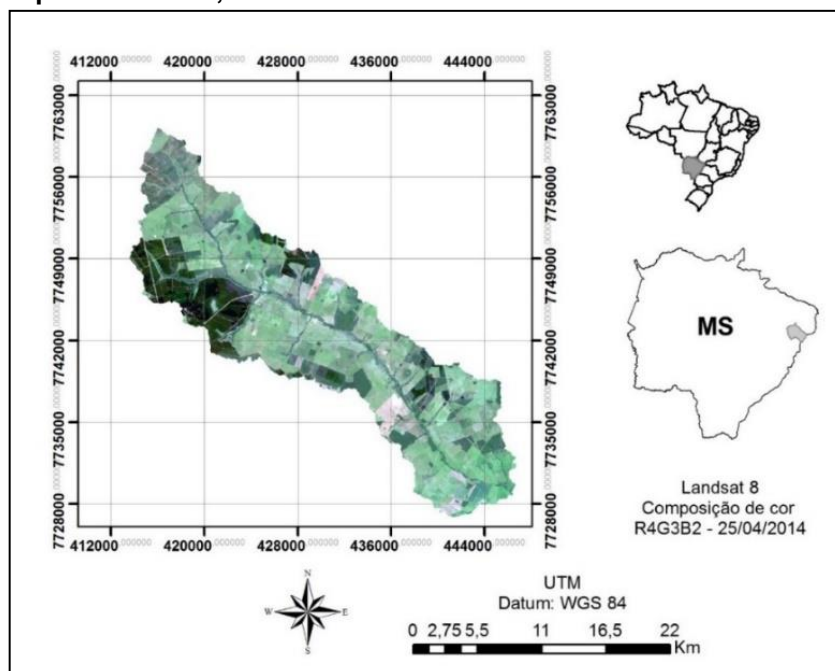
O estudo tem como objetivo analisar a estimativa do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) utilizando técnicas de sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Ribeirão São Mateus para subsidiar informações técnicas para a gestão dos recursos hídricos e atender a Lei de Política Nacional do Recursos Hídricos, N° 9.433/1996.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende localiza na direita do Rio Paraná, município de Selvíria, região leste do Estado de Mato Grosso do Sul. A bacia hidrográfica Ribeirão São Mateus apresenta área de 365,77 km² e o uso e ocupação predominante é a pastagem e a partir de 2000, o uso eucalipto começa a se destacar na área da bacia hidrográfica (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, situada no município de Selvíria, MS.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Obtenção do NDVI através de técnicas de sensoriamento remoto

Os parâmetros foram obtidos através de imagens do satélite Landsat 5 e 8, dos sensores TM-5 (*Thematic Mapper-5*) e OLI (*Operational Land Imager*), respectivamente. Foram obtidos no site do Serviço Geológico Americano (USGS, 2017) as imagens das seguintes datas de passagem do satélite: 19/09/1996 (*Landsat TM-5*); 25/08/2006; 28/04/2015 e 19/09/2015.

A primeira etapa é a obtenção da radiância espectral (L_λ) ($W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$) e foi obtida a partir dos números digitais (ND) de cada banda espectral dos satélites Landsat 5 (CHANDER; MARKHAM, 2003) e 8 foram determinados conforme descritos em Teixeira (2010) e Teixeira et al. (2017).

Após a determinação da radiância calcularam os valores de albedo planetário (α_p) para cada banda e foram obtidos conforme descrito na equação abaixo:

$$\alpha_{pb} = \frac{L_\lambda * \pi * d^2}{R_{ab} * \cos\theta} \quad (1)$$

L_λ - radiância espectral na banda b, $W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$

d^2 - distância Terra-Sol, unidades astronômicas;

R_{ab} - irradiância solar espectral média para cada banda no topo da atmosfera, $W.m^{-2}.\mu m^{-1}$, para o Landsat 5 utilizou-se os valores citados em Chander e Markham (2003) e para o Landsat 8 adotou-se os valores de Teixeira et al. (2017);

θ - ângulo zenital solar.

Em seguida o albedo planetário (α_p) é calculado através da soma dos valores obtidos em α_{pb} , conforme descrito abaixo:

$$\alpha_p = \sum W_b \alpha_{pb} \quad (2)$$

O valor de albedo de superfície foi

obtido conforme procedimento adotado em diferentes trabalhos e que executa correções atmosféricas (TEIXEIRA et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009; TEIXEIRA, 2010).

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) foram obtidos através das bandas do infravermelho próximo e do vermelho para as bandas do Landsat TM-5 e Landsat 8.

$$NDVI = \frac{\alpha_{p(IP)} - \alpha_{p(verm)}}{\alpha_{p(IP)} + \alpha_{p(verm)}} \quad (3)$$

onde: $\alpha_{p(IP)}$ e $\alpha_{p(verm)}$ são os valores de albedo planetário correspondem aos comprimentos de ondas na faixa do infravermelho próximo e faixa do vermelho.

Em seguida, os dados obtidos do NDVI foram analisados através de estatística descrita, para a obtenção dos valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão (DP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados climatológico

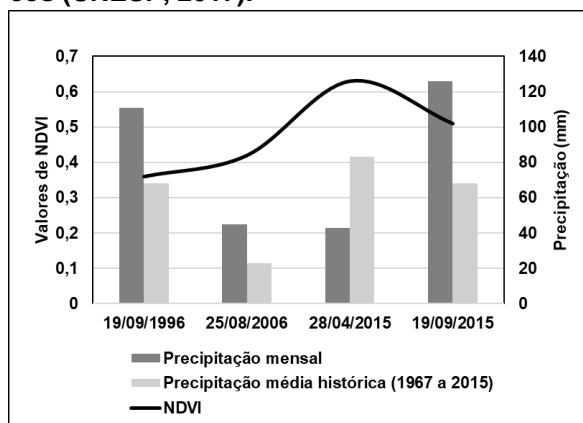
O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos valores de NDVI em relação aos valores de precipitação mensal acumulada para o mês e precipitação média histórica para o período entre 1967-2015 (UNESP, 2017). A precipitação mensal para o mês de setembro no ano de 1996 foi de 111 mm e a média histórica foi 68 mm.

O mês de agosto no de 2006 apresentou valor de 45 mm, uma situação atípica para esse mês no ano de 2016 e a média histórica foi de 23 mm, a soma anual de precipitação foi de 1429 mm (UNESP, 2017).

O mês de abril, no ano de 2015, ficou com precipitação mensal de 43 mm e média histórica para o mês foi de 23 mm, neste período observa-se um acumulado de 585 mm. Esta condição pode ser verificada com os altos valores de NDVI para essa data avaliada, condição influenciada

pela umidade no solo e desenvolvimento da vegetação.

Gráfico 1. Distribuição dos valores de NDVI para cada data avaliada e a precipitação mensal e histórica, conforme dados meteorológicos (UNESP, 2017).



Fonte: Elaborado pelos autores.

No mês de setembro de 2015, a precipitação mensal acumulada foi de 126 mm e a média histórica para o período foi de 68 mm. A precipitação acumulada a partir do mês de junho até o mês de setembro foi de 248 mm (UNESP, 2017), neste período a região é caracterizada com a redução nos valores de precipitação. De acordo com o balanço hídrico da região noroeste do Estado de São Paulo, a região apresenta deficiência hídrica no solo durante os meses de abril a novembro, como o total acumulado de 490 mm e o excedente ocorreu nos meses de dezembro a março com 179 mm (SANTOS et al., 2010).

Na imagem com data de 19/09/1996 a bacia hidrográfica apresentava o predomínio de pastagem e valor médio foi de 0,34 (DP: $\pm 0,19$), com valor máximo de 0,78 e mínimo de $-0,53$ (Figura 15). O valor negativo indica a presença de água, neste caso representado pelos corpos d'água. A vegetação de cerrado foi identificada com valor de 0,50 e o mesmo aconteceu com os trechos de matas ciliares presente na bacia hidrográfica. A condição climática neste período, apresentava precipitação acumulada de 111 mm

(Gráfico 1).

Em 25/08/2006, apresentou valor médio de 0,37 (DP: $\pm 0,20$) e mínimo de $-0,47$ e máximo de 0,78. Nesta data, observa-se a presença da cultura de eucalipto e ficou com valores médios de 0,64, a vegetação de cerrado apresentou valor médio de 0,50 e a pastagem ficou com valor médio de 0,19.

Na imagem do mês de abril apresentou valor médio de 0,49 (DP: 0,21) (Figura 15), com mínimo de $-0,20$ e máximo de 0,84. O eucalipto apresentou valor médio de 0,70, a pastagem com média de 0,50 e a vegetação de cerrado com valor médio de 0,60. De acordo com a literatura, a uma relação entre NDVI e a precipitação indicando os maiores valores no período chuvoso e redução no período seco (SANTOS et al., 2011).

No mês de setembro de 2015, o valor médio foi de 0,45 (DP: $\pm 0,23$) e mínimo de $-0,64$ e máximo de 0,82. O eucalipto apresentou valor de 0,68 e máximo de 0,78, a vegetação de cerrado ficou com valor médio de 0,59. A pastagem apresentou valor médio de 0,29 e observa-se nesta data área com solo exposto que ficou com valor de 0,15.

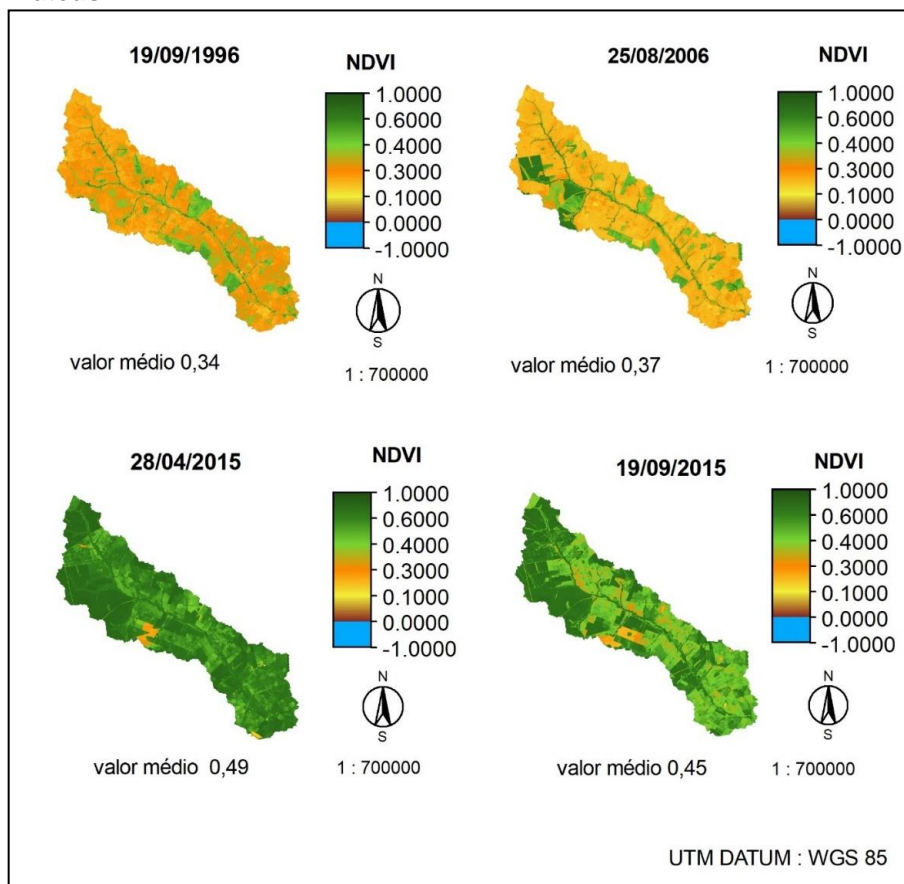
5 CONCLUSÕES

Os maiores valores NDVI observados na pesquisa foram no período chuvoso na região de estudo e a redução nos valores ocorreram no período seco. Sendo o uso eucalipto com os maiores valores de NDVI e os menores valores ocorreu no uso pastagem.

Com base de informações espectrais do NDVI observa-se um padrão sazonal da vegetação em relação as datas avaliadas da passagem do satélite Landsat.

As informações obtidas no estudo foram armazenadas em um banco de dados, para futuras consultas das informações e auxiliar de base para a gestão dos recursos hídricos.

Figura 2. Valores médios de NDVI na bacia hidrográfica do Ribeirão São Mateus.



Fonte: Elaborado pelos autores.

REFERÊNCIAS

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures, and post-calibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, 2674–2677, 2003.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. Aplicação do algoritmo SAFER na determinação da evapotranspiração em condições de sazonalidade climática no noroeste paulista. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 17, 2015, João Pessoa-PB. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. p.3189-3196.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. 2ª Edição traduzida pelo

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São Paulo: Parêntese, 2009. 672 p.

JUNIOR, M. A. S.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento remoto para seca/estiagem. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. (org) *Sensoriamento remoto para desastres*. São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

JÚNIOR, M. A. S.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento remoto para seca/estiagem. In: Sausen, T. M.; Lacruz, M. S. P. *Sensoriamento remoto para desastre* (Org.), São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

LIU, W. T. H. *Aplicações de sensoriamento remoto*. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de*

aplicação. 4.ed. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2011. 422p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. Sensoriamento remoto da vegetação. 2ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2012.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Symposium of ERTS, Greenbelt, Maryland, USA. NASA SP-351, v1, p. 309-317.

SANTO, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v. 4, nº. 3, p. 142-149, 2010.

SANTOS, V. V.; NICÁCIO, R. M.; GONZAGA, E. P. Caracterização espaço-temporal do NDVI e do albedo da superfície na bacia hidrográfica do rio Ipanema. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR)., 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1517-1524. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). IBI: <3ERPFQR-TRW/3A2UM28>. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQR-TRW/3A2UM28>>.

TAGHVAEIAN, S.; NEALE, C. M. U. Water balance of irrigated areas: a remote sensing approach. Hydrological Processes, v. 25, n. 26, p. 4132-4141, 2011.

TEIXEIRA, A. H. de C. et al. Analysis of

energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil. Journal of Hydrology, v.362, p.110-127, 2008.

TEIXEIRA, A. H. de C. et al. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated crops and natural vegetation in the São Francisco River Basin (Brazil) Using Remote Sensing and Penman-Monteith Equation. Remote Sensing, v. 2, p. 1287-1319, 2010.

TEIXEIRA, A. H. de C. et al. Large-scale radiation and energy balances with Landsat 8 images and agrometeorological data in the Brazilian semiarid region. J. Appl. Remote Sens. 11(1), 016030, 2017, doi: 10.1117/1.JRS.11.016030.

TEIXEIRA, A. H. de C. et al. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part A: Calibration and validation. Agricultural and Forest Meteorology, v. 149, p. 462-476, 2009.

UNESP. Acesso à base diária: Ilha Solteira, SP. Ilha Solteira-SP, setembro 2017. Disponível em: <clima.feis.unesp.br>.

USGS - U.S. Geological Survey, Earth Resource Observation and Science EROS. 15 February 2015 <https://earthexplorer.usgs.gov/> (2017).

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. 2º Ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.