

## Relação dos Índices de Vegetação com a precipitação na pastagem

Érica Silva Nakai <sup>1</sup>  
Pedro Paulo da Silva Barros <sup>1</sup>  
Raoni Wainer Duarte Bosquilia <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo – USP/ESALQ  
Av. Pádua Dias, 11- 13418-900 - Piracicaba - SP, Brasil  
ericanakai@usp.br  
pedropaulo76@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Dois Vizinhos.  
Estrada para Boa Esperança, km 4. Dois Vizinhos, PR, Brasil.  
raonibosquilia@utfpr.edu.br

**Abstract..** Climate change due to global warming cause increased concentration of greenhouse gases, change of temperature and precipitation. Vegetation removes large amount of carbon dioxide during photosynthesis but the amount of water becomes a limiting factor for plant growth. Suitable water content is essential for solute transport and gas, opening and closing of stomata, reagent in metabolism, thus it is an important factor for photosynthesis. Water stress is reflected in the spectral response of the plant. The remote sensing techniques allow for an analysis of this dynamic at different spatial and temporal scales. Through satellite images and vegetation indices, it is possible to monitor the changes in vegetation cover. This study aimed to relate vegetation index NDVI, SAVI and GNDVI of 2014 and 2015 with rainfall data in the pasture of Figueira Farm in Londrina, Paraná. Figueira farm has 1865.30 hectares occupied by pastures with grasses: Tanzania, coloniã and marandu. It was selected randomly seven areas of pasture and it were generated three vegetation indices from two scenes of Landsat-8/OLI, referring to September 2014 and August 2015. The rainfall data were provided by SIMEPAR. The mean values of vegetation index were higher in 2015 than in 2014, associated with increased rainfall in the same period. This result showed the influence of rainfall on pasture Figueira Farm.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, Índices de Vegetação, Landsat.

## 1. Introdução

Uma grande preocupação ambiental é o aquecimento global, causado pelo aumento dos gases do efeito estufa natural, implicando o aumento de temperatura dos oceanos e do ar e consequentes alterações ambientais, econômicas e sociais. Segundo Streck (2005), o aumento do CO<sub>2</sub> aumentaria a taxa fotossintética e a produtividade de algumas plantas cultivadas. Entretanto, a variação da temperatura e do regime de chuvas podem afetar a absorção de água e o crescimento vegetal.

As pastagens são um dos tipos de vegetação ampla em todo o mundo, cobrindo 15 milhões de km<sup>2</sup> nos trópicos, comparando-se com o tamanho das florestas tropicais (Scurlock; Hall, 1998). Pode ser responsável a 20% ou mais da produção terrestre de carbono total (Scurlock; Hall, 1998). De acordo com o Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2012), o território brasileiro tem aproximadamente 172,3 milhões de hectares (ha) de área total de pastagens que inclui as pastagens plantadas (PP) e pastagens naturais (PN).

As técnicas de sensoriamento remoto com pastagens estão sendo aplicadas principalmente para auxiliar a identificação, quantificação e monitoramento de pastagens e mapeamento de problemas de degradação de pastagens por análise do comportamento espectral (Guo et al., 2000; Andrade et al., 2013). A vegetação absorve mais energia nas faixas do azul e do vermelho, que são referentes à fotossíntese, e reflete bastante na faixa do infravermelho próximo (Jensen, 2009; Moreira, 2011).

A partir de várias combinações matemáticas das reflectâncias de várias faixas espectrais são obtidos os índices de vegetação (IVs), permitindo um monitoramento de curtos ou longos períodos da variação estrutural, ciclo fenológico e dos parâmetros biofísicos da vegetação (Liu, 2006; Jensen, 2009). Assim, os índices de vegetação são medidas radiométricas adimensionais, resultantes de transformações matemáticas de soma, diferença e/ou razão de duas ou mais bandas do espectro eletromagnético, cujo objetivo é extrair informações relacionadas à vegetação com base nos pixels da imagem digital e diminuir a quantidade de análise dos dados orbitais (Jensen, 2009).

Considerando que a região do Paraná possui 2.949.979 ha de pastagens plantadas em boas condições, com grande importância na atividade pecuária, e que os índices de vegetação podem auxiliar no monitoramento dessa cobertura vegetal, este estudo visa relacionar os índices de vegetação NDVI, SAVI e GNDVI de 2014 e 2015 com dados pluviométricos na área de pastagem da Fazenda Figueira em Londrina, Paraná.

## 2. Metodologia

A Fazenda Figueira localiza-se no município de Londrina, região norte do Estado do Paraná (PR) (Figura 1). A fazenda possui uma área de 3.686,64 ha, destes 1.435,44 ha são representados pela Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Estadual "Mata do Barão" e Área de Preservação Permanente (APP), outros 1.865,30 ha são ocupados por pastagens e 385,90 ha para agricultura e edificações.

A temperatura média anual é de 21°C (média máxima 28°C e média mínima 18°C), na zona climática Cfa, segundo a classificação de Köppen, na faixa de transição entre os climas tropical e subtropical. Apresenta-se quente e úmido no verão e seco no inverno com geadas pouco frequentes. A precipitação anual média é de 1.600 mm, com período de estiagem de julho e agosto, com média mensal de 50 mm (Mendonça; Danni-Oliveira, 2002; Cooper et al., 2003).

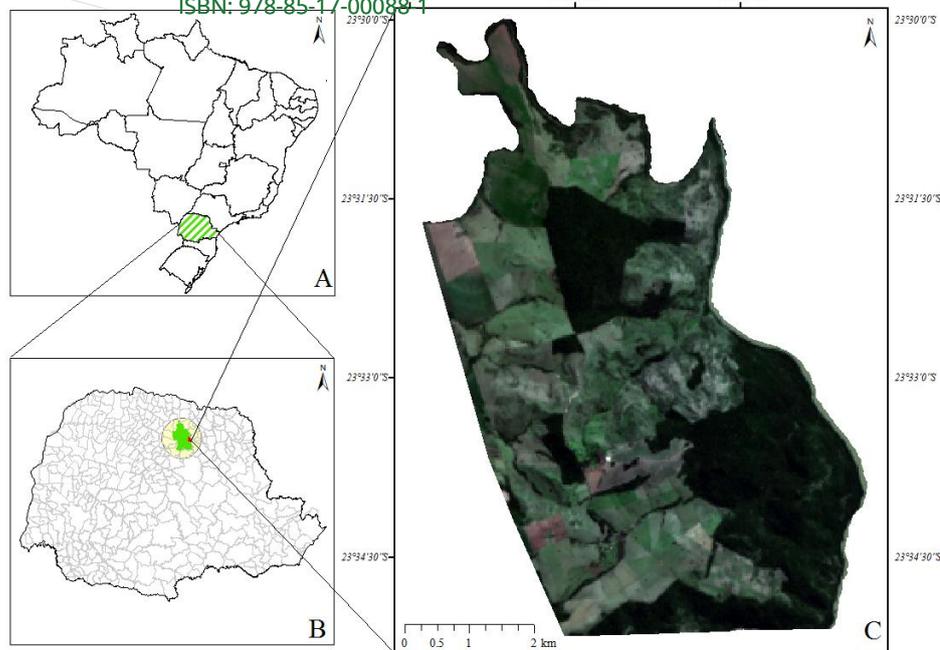


Figura 1. Localização da área de estudo. A: Mapa do Brasil destacando o Estado do Paraná; B: Estado do Paraná com município de Londrina (verde); C: Fazenda Figueira (Landsat 8/OLI, composição R(4) G(3) B(2) de 11 de agosto de 2015).

Em 2014, a temperatura média anual foi de  $21,9^{\circ}\text{C}$ , com média máxima de  $28,6^{\circ}\text{C}$  e média mínima de  $16,3^{\circ}\text{C}$  e a precipitação anual foi de 1.378 mm. Em 2015, a temperatura média anual foi de  $21,7^{\circ}\text{C}$ , com média máxima de  $28,2^{\circ}\text{C}$  e média mínima de  $16,6^{\circ}\text{C}$  e a precipitação anual foi de 2.442 mm. Os dados temperatura e pluviometria foram cedidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), baseado na estação de Londrina (Figura 2).

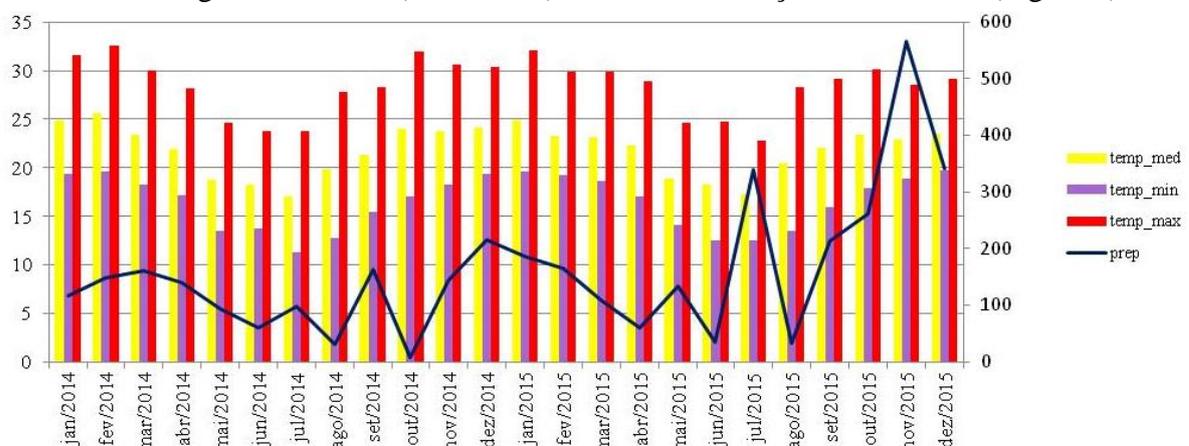


Figura 2. Dados de temperatura média, máxima e mínima e precipitação de Londrina - PR. Fonte: SIMEPAR.

Foram escolhidas aleatoriamente sete áreas de pasto para verificar a sensibilidade dos sensores quanto aos Índices de Vegetação, foi utilizada uma imagem de satélite LANDSAT-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*) com nove bandas espectrais e resolução espacial de 30m. As cenas foram referente a setembro de 2014 e agosto de 2015, órbita ponto 222/76. Foram utilizadas as bandas 3 (0,53-0,59  $\mu\text{m}$ ), bandas 4 (0,64-0,67  $\mu\text{m}$ ) e banda 5 (0,85-0,88  $\mu\text{m}$ ), referente às faixas do verde, vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, respectivamente. Essas bandas foram utilizadas para calcular os índices de vegetação. A imagem foi obtida gratuitamente do site da NASA, com Datum WGS 84 (*World Geodetic Survey* 1984) e projeção Universal Transversa de Mercator - fuso 22S. As imagens já são disponibilizadas com correção geométrica e radiométrica com nível de correção 1 (L1G) e correção atmosférica com L8SR (*Provisional Landsat 8 Surface Reflectance*). O processamento das imagens foi feito por meio do software ARCGIS 10.2.1.

O NDVI foi desenvolvido por Rouse et al. (1973) para separar a vegetação verde do solo exposto. É calculado pela diferença de reflectância entre a faixa do vermelho e do infravermelho próximo, que posteriormente é normalizada pela divisão da soma dessas faixas (Liu, 2006). Seu intervalo varia de -1 a +1 e é representado pela equação (1):

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)} \quad \text{(equação 1)}$$

O SAVI é um índice de vegetação ajustado para o solo, possui um ajuste do substrato para o dossel, foi desenvolvido por Huete (1988). A constante  $L$ , pode apresentar valores de 0 a 1, para minimizar os efeitos do solo (Ponzoni, Shimabukuro, Kuplich, 2012). Os valores ótimos de  $L$  são:  $L = 1$  para baixas densidades de vegetação,  $L = 0,5$  para densidades médias e  $L = 0,25$  para densidades altas. É expresso pela equação 2:

$$SAVI = \frac{(1 + L) * (IVP - V)}{(IVP + V + L)} \quad \text{(equação 2)}$$

O GNDVI é o índice de vegetação da diferença normalizada do verde (Gitelson et al., 1996). Segundo o autor, a banda verde pode ser mais sensível do que a banda vermelha para detectar os diferentes níveis nutricionais. Assim, é comumente utilizado para determinar a captação de água e nitrogênio:

$$GNDVI = \frac{IVP - Verde}{IVP + Verde} \quad \text{(equação 3)}$$

As médias dos índices de vegetação foram obtidas nas duas cenas do Landsat-8 após a geração de mil pontos aleatórios em cada piquete. Os valores foram extraídos para cada ano e cada índice. Foi realizado o teste de Tukey para verificar se há diferença estatística entre os IVs. Toda análise estatística foi realizada no R, que utiliza uma linguagem de programação.

### 3. Resultados e Discussão

Foram escolhidos aleatoriamente sete pastos na fazenda Figueira com variação de tamanhos de 6,060 a 27,940 ha (Tabela 1):

Tabela 1. Área dos pastos escolhidos na Fazenda Figueira.

Pasto	Área (ha)
1	15,000
2	14,560
3	9,540
4	9,180
5	6,060
6	12,240
7	27,940

Os valores de índices de vegetação para os anos de 2014 e 2015 foram representados nas Figuras 3, 4 e 5.

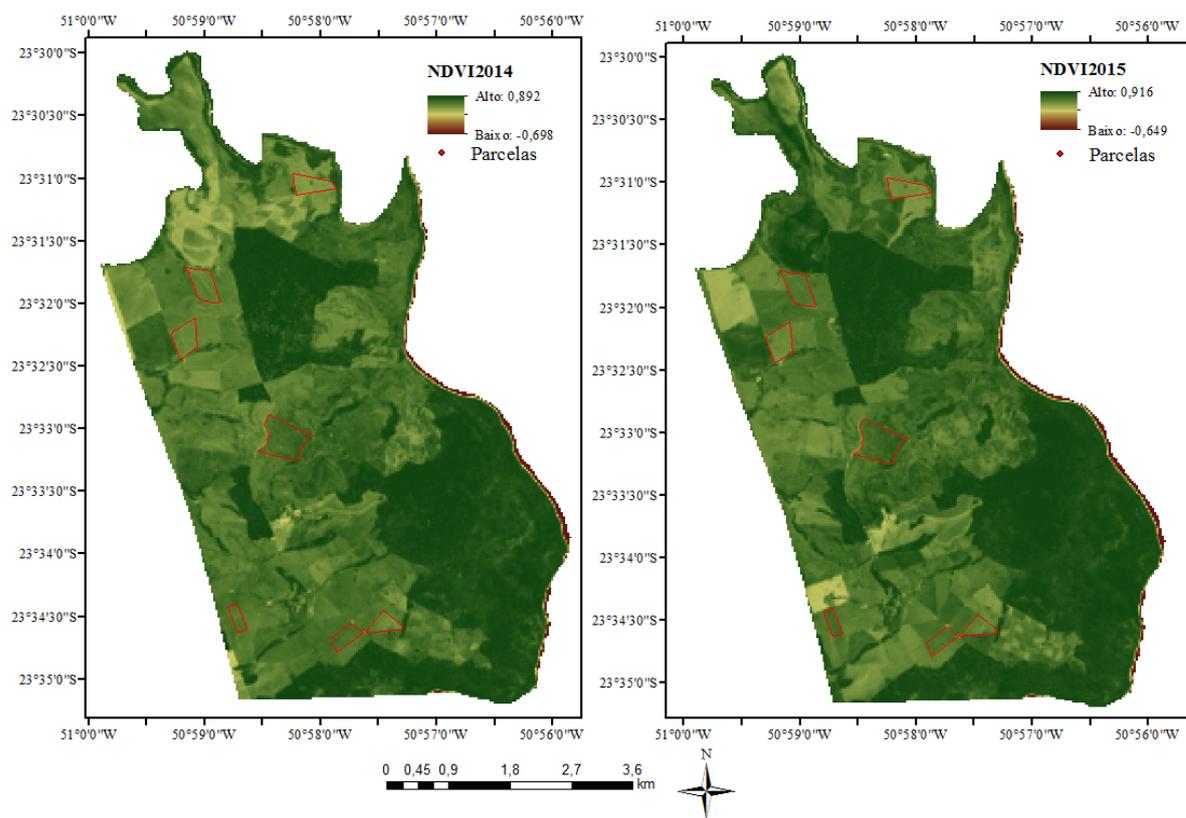


Figura 3. Valores de NDVI na área de estudo, em 2014 e 2015.

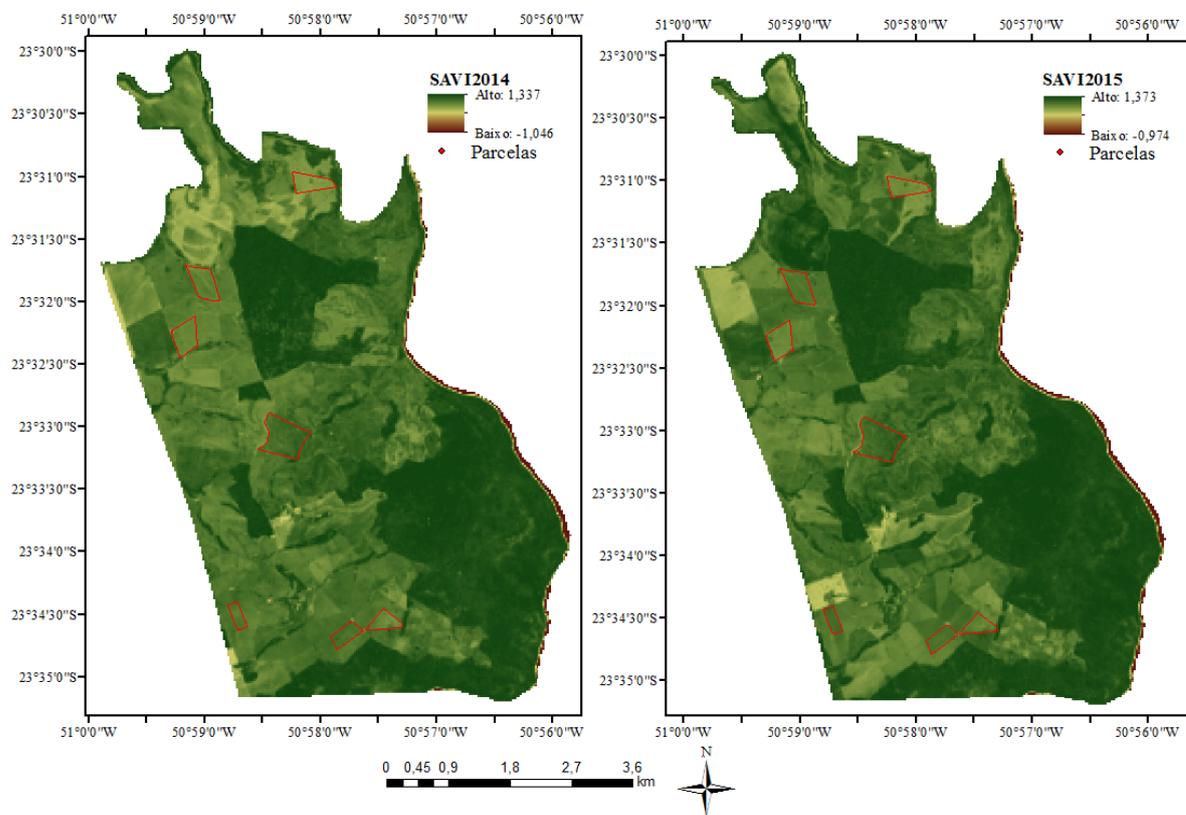


Figura 4. Valores de SAVI na área de estudo, em 2014 e 2015.

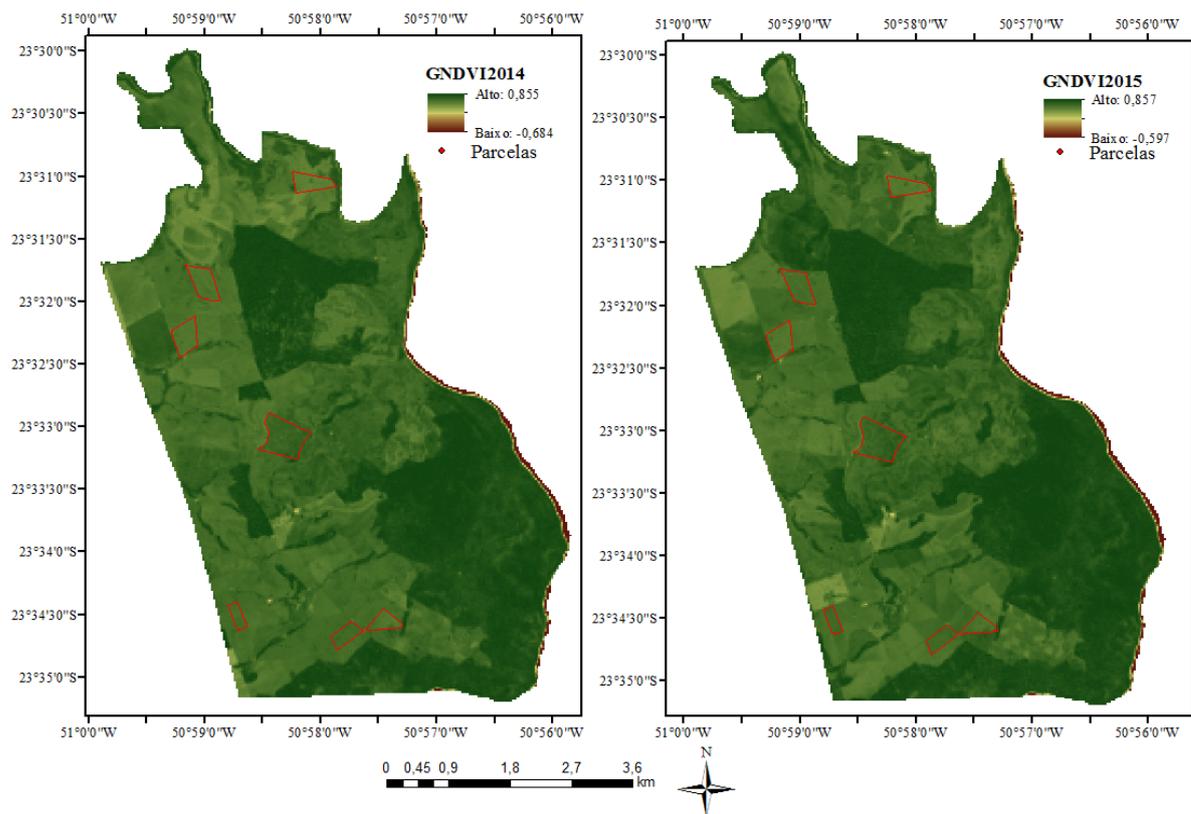


Figura 5. Valores de GNDVI na área de estudo, em 2014 e 2015.

Os valores médios dos Índices de Vegetação foram representados nas Figuras 6 e 7. O teste de Tukey indicou que houve diferença significativa entre os índices e entre os piquetes. Isso pode ter ocorrido pela diferença de capim entre os piquetes, os baixos valores são devido ao pastejo e pisoteio do gado presente na fazenda. Consequentemente, os baixos valores de reflectância foram devido à vegetação reduzida na pastagem. Não há presença de pastagem degradada na fazenda, uma vez que ocorre rotação dos piquetes e um manejo cuidadoso.

Essa influência pluviométrica nos Índices de vegetação foram constatadas por Nicácio et al. (2009), em que o NDVI respondeu mais efetivamente com a chuva acumulada de quatro a cinco meses, devido à necessidade de um acúmulo de água no solo até atingir o ponto de disponibilidade para o vegetal. Segundo Assad et al. (1998), o NDVI apresenta aumento no período posterior a ocorrência de chuvas, devido ao fato da vegetação necessitar de um tempo para absorver a água disponível e aumentar sua capacidade fotossintética.

De acordo com Albuquerque et al. (2014), os baixos valores de NDVI e NDWI, obtidos nas imagens do Landsat-5/TM, foram encontrados em período de baixa precipitação. Wagner et al. (2013) verificaram por séries temporais de 2000 a 2011 das imagens NDVI e EVI do sensor MODIS, que houve uma tendência negativa dos Índices de Vegetação relacionados à diminuição precipitação nos Pampas do Brasil e do Uruguai.

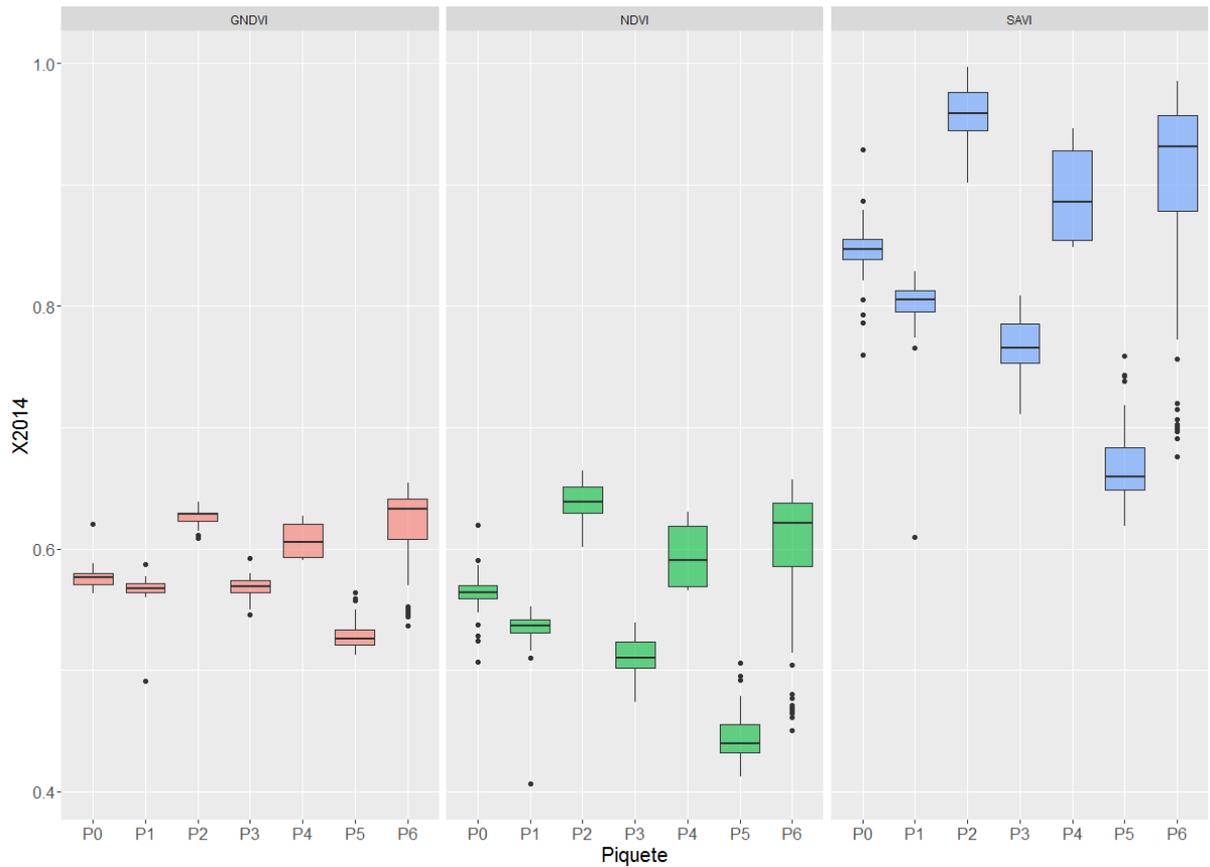


Figura 6. Boxplot dos valores do índices de vegetação NDVI, SAVI e GNDVI para o ano de 2014.

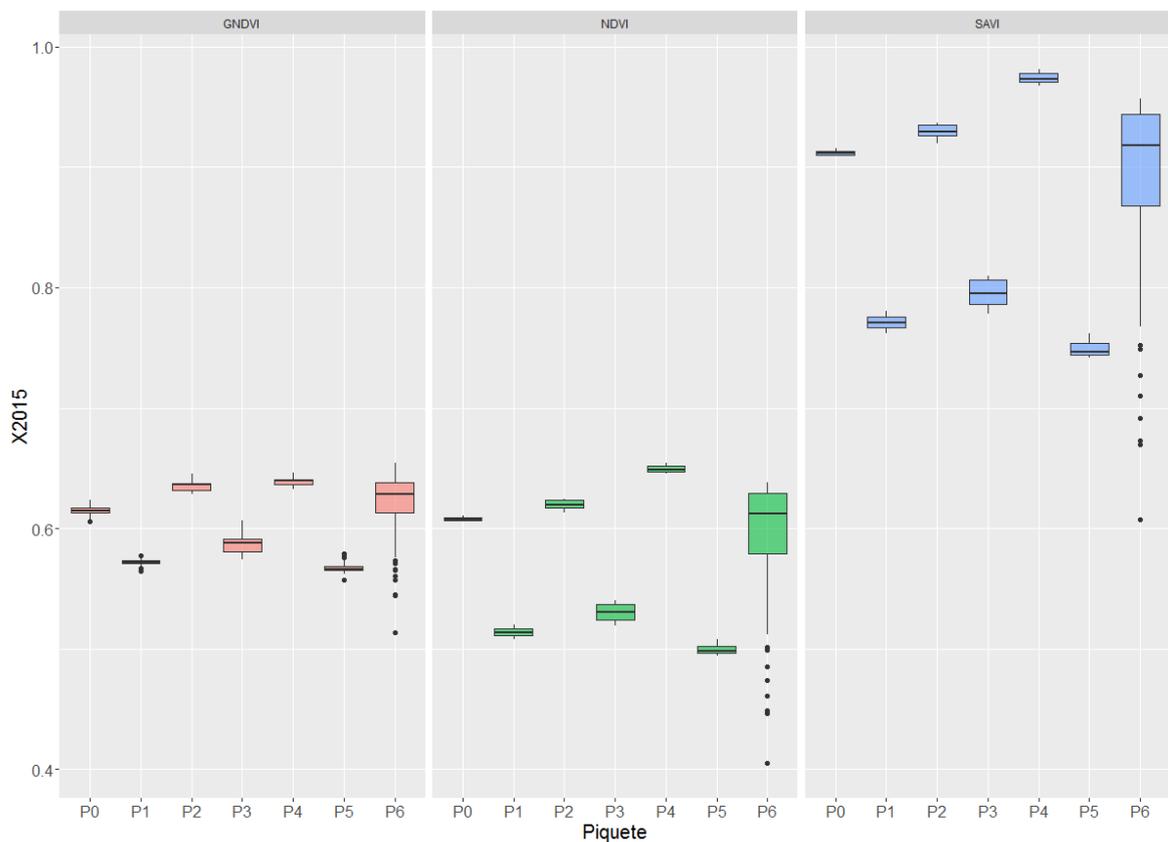


Figura 7. Boxplot dos valores do índices de vegetação NDVI, SAVI e GNDVI para o ano de 2015.

#### 4. Conclusão

Os Índices de Vegetação foram eficientes para analisar a resposta espectral da cobertura vegetal da área estudada. A resposta espectral através dos Índices de Vegetação foi de acordo com o regime pluviométrico da região.

#### Referências

- Albuquerque, E. M. de; Andrade, S. C. de P.; Morais, H. F. de; Diniz, J. M. T.; Santos, C. A. C. dos Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa - PB. **Revista Estudos Geoambientais**, v. 1, n 1, 2014.
- Andrade, R. G.; Rodrigues, C. A. G.; Sanches, I. Del'A.; Torresan, F.E.; Quartaroli, C.F. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. **Reveng** - Engenharia na Agricultura, v.21, n.2, p. 234-243, 2013.
- Assad, E. D.; Setzer, A. W.; Moreira, L. Estimativa de precipitação através dos índices de vegetação do satélite NOAA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5., 1998, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1998. v.2, p.425-429.
- Cooper, M.; Sparovek, G.; Faria, L. E. O. de; Lenharo, A. R.; Marçal, F. M.; Barreto, A. P.; Garcia, M. Levantamento de solos e adequação ao uso da terra da Estação Experimental Agrozootécnica Hildegard Georgina Von Pritzelwitz. **Relatório Técnico FEALQ**, 2003. 111p.
- Gitelson, A. A., Kaufman, Y.; Merzlyak, M. N. Use of green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v.58, p. 289 – 298, 1996.
- Guo, X.; Price, K. P.; Stiles, J. M. Modeling Biophysical Factors for grasslands in eastern Kansas using Landsat TM data. **Transactions of the Kansas academy of science**, v.103, n.3-4, p.122-138, 2000.
- IBGE. **Produção da Pecuária Municipal (PPM)**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 63p.
- Huete, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.
- Jackson, R. D.; Huete, A. R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**, v.11, p. 185-200, 1991.
- Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009.598p.
- Liu, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Ed. Uniderp, 2006. 908p.
- Mendonça, F. de A.; Danni-Oliveira, I. M. Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes da bacia do rio Tibagi. In: **A bacia do rio Tibagi**, 2002. Londrina: M.E. Medri, 2002. p. 63-66.
- Moreira, M. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 422p.
- Nicácio, R. M.; Araujo, L. L.; Gonzaga, E. P.; Libos, M. I. P. de C.; Oliveira, L. M. T. de. Relação NDVI e precipitação na bacia do rio Coxim-MS. **Geografia**, v.34, número especial, p. 667-680, 2009.
- Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. São José dos Campos, SP: Oficina de Textos, 2012. 160 p.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **Third ERTS Symposium**, p. 309-317, 1973.
- Scurlock, J. M. O.; Hall, D. O. The global carbon sink: a grassland perspective. **Global Change Biology**, v. 4, n. 2, p. 229–233, 1998.
- Streck, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência rural**, v. 35, n.3, p. 730-740, 2005.
- Wagner, A. P. L., Fontana, D. C., Fraisse, C., Weber, E. J., Hasenack, H. Tendências temporais de índices de vegetação nos campos do Pampa do Brasil e do Uruguai. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.48, n.9, p.1192-1200, 2013.