

AVALIAÇÃO TEMPORAL DE DADOS NDVI E EVI EM ÁREAS DE SILVICULTURA UTILIZANDO A PLATAFORMA SATVEG

Carlos Yuri de Oliveira da Silva ¹, Aline Biasoli Trentin ², Izabela da Silva Mendes ³, Diorgenes Modernel Fernandes ⁴, Maick Bravo da Silva ⁵, Anderson Freitas ⁶, Carline Biasoli Trentin ⁷

¹Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; ocarlosyuri@gmail.com;

²Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; alinetrentin@unipampa.edu.br;

³Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; izabelasmendes@gmail.com;

⁴Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; diorgenesfernandes@hotmail.com;

⁵Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; maickbsilva@gmail.com;

⁶Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA; Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-162 - São Gabriel - RS, Brasil; afreitas704@gmail.com;

⁷Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT; Av. Valdon Varjão, 6390 - 78600-000 - Barra do Garças - MT, Brasil; carlinebtrentin@gmail.com.

RESUMO

O estudo objetivou analisar o comportamento dos índices espectrais NDVI e EVI em áreas de silvicultura localizadas na unidade de paisagem natural DP2, no estado do Rio Grande do Sul, no período de 2009 a 2017. Utilizou-se a ferramenta SATVeg, da Embrapa Agropecuária, para a coleta dos dados de NDVI e EVI, considerando nove pontos com área maior que 400 hectares. No software Excel foram elaborados os gráficos da série temporal, bem como estimadas as médias e coeficientes de variação dos dados para o período. Os resultados mostraram valores de NDVI superiores ao EVI no período estudado. As maiores variações de NDVI e EVI entre os pontos analisados ocorreram entre 2009 e 2011, visto que ainda não havia implantação de silvicultura em algumas áreas. Considerando o exposto, a ferramenta SATVeg se mostrou eficiente para a caracterização temporal da silvicultura na área de estudo.

Palavras-chave - Índice de vegetação, série temporal, silvicultura, unidade de paisagem, SATVeg.

ABSTRACT

The study aimed to analyze the behavior of spectral indexes NDVI and EVI in forestry areas located in the natural surroundings DP2, in the State of Rio Grande do Sul, in the period from 2009 to 2017. Using the SATVeg tool, the Embrapa Agropecuária, for the collection of data of NDVI and EVI, considering nine points with area greater than 400 hectares. Excel software have been drawn up the time series charts, as well as estimated averages and coefficients of variation in the data for the period. The results showed

higher values of NDVI in relation to the EVI in the period. The larger variations in NDVI and EVI among the points examined occurred between 2009 and 2011, since there was still no deployment to forestry in some areas. Considering the above, the SATVeg proved to be efficient tool for temporal characterization of forestry in the study area.

Key words — Vegetation index, time series, forestry, landscape unit, SATVeg.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul, especialmente a região do bioma Pampa possui grande potencialidade de expansão do setor florestal devido a possuir as condições desejadas para estabelecimento e desenvolvimento de plantios de silvicultura. Porém, para a implantação de novas áreas de produção se fez necessário a criação de um instrumento normativo de abrangência macrorregional, resultando no Zoneamento Ambiental para a atividade de Silvicultura no estado do Rio Grande do Sul, elaborado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental e aprovado no ano de 2009 [1].

A utilização de dados de Sensoriamento Remoto permite obtenção de produtos confiáveis para monitoramento da cobertura terrestre. Nesse sentido, os índices de vegetação, gerados a partir do contraste entre a absorção da radiação eletromagnética na região visível e a refletância na região do infravermelho próximo [2], podem ser utilizados para ressaltar as propriedades da vegetação, permitindo avaliações sobre o crescimento e vigor da vegetação verde [3].

Dados de índices de vegetação do sensor MODIS (MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer)

destacam-se por possibilitar comparações temporais e espaciais das condições da vegetação, com boa resolução temporal e espacial [4]. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) permite observar mudanças sazonais e interanuais referentes ao crescimento da vegetação e reduz ruídos multiplicativos, enquanto o Índice de Vegetação Realçado (EVI) possui maior sensibilidade em áreas com biomassa elevada e reduz a influência da atmosfera [5].

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento dos índices espectrais NDVI e EVI em áreas de silvicultura presentes na unidade de paisagem natural DP2, utilizando a ferramenta SATVeg.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está inserida no bioma Pampa e se refere a um recorte espacial no interior da unidade de paisagem DP2, delimitada pelo zoneamento da silvicultura do estado do Rio Grande do Sul. Este recorte compreende parte da microrregião Campanha Central, constituída pelos municípios de Rosário do Sul, Santana do Livramento, Santa Margarida do Sul e São Gabriel (Figura 1).

Para coleta dos índices de vegetação realizou-se a seleção de nove pontos amostrais no interior da área de estudo. A escolha dos pontos considerou os polígonos de silvicultura fornecidos pela FEPAM com área maior que 400 hectares.

Os índices de vegetação analisados neste estudo correspondem ao NDVI e EVI referentes ao produto MOD13Q1 do sensor MODIS, a bordo do satélite Terra, com resolução espacial de 250 metros e disponibilizados em intervalo de 16 dias [4]. O período analisado compreende a série temporal de janeiro de 2009 (ano em que se instituiu o zoneamento) a dezembro de 2017. Os dados foram coletados do Sistema de Análise Temporal da Vegetação - SATVeg, implementado pela Embrapa [6]. No momento da coleta das informações realizou-se a filtragem dos dados com o filtro *Savitzky-Golay* para redução de ruídos dos valores.

Os valores obtidos foram organizados para elaboração dos gráficos e cálculo dos coeficientes de variação no pacote computacional Excel.

3. RESULTADOS

Em relação ao comportamento dos índices de vegetação, o NDVI apresentou nos anos iniciais de estudo (Figura 2), nos pontos 1, 7 e 9 localizados nos municípios de Santana do Livramento e São Gabriel, respectivamente, maior oscilação dos valores (entre 0,4 e 0,9) e consequentemente maior distanciamento da média, demonstrando que nessas áreas possivelmente ainda não ocorriam plantios de silvicultura. Já nos pontos presentes no município de Rosário do Sul (4, 5 e 6) observou-se que o comportamento do NDVI

apresentou características mais uniformes, nos quais os valores se mantiveram semelhantes entre si e entre 0,7 e 0,9.

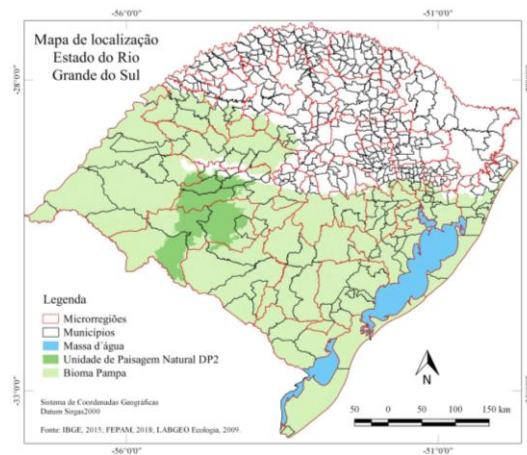


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no estado do Rio Grande do Sul.

Para o EVI os valores mostraram variação principalmente entre 0,3 e 0,7 para toda série temporal (Figura 3). Em pontos específicos nos anos de 2009, 2010 e 2012 ocorreram valores abaixo de 0,3 e no ano de 2010 acima de 0,7. Em geral, observou-se que valores mais altos ocorreram no primeiro trimestre dos anos analisados, com pequena diminuição destes no decorrer do período de inverno.

De forma geral, o comportamento do NDVI e EVI mostrou valores semelhantes em todos os pontos e consequentemente maior aproximação da média a partir do ano de 2013. As maiores diferenças apresentadas pelo coeficiente de variação ocorreram entre 2009 e 2011 (Figura 4). O EVI demonstrou em geral durante todo período os maiores coeficientes de variação comparado ao NDVI, com destaque para o ano de 2010 (0,24). O menor coeficiente de variação entre os pontos analisados ocorreu no ano de 2015 para os dois índices, que apresentaram valores entre 0,7 a 0,9 para o NDVI e 0,4 a 0,6 para o EVI.

4. DISCUSSÃO

O comportamento dos pontos 1, 7 e 9 referentes ao NDVI nos anos iniciais da série temporal pode estar relacionado a presença de campo com pastagem [6], os quais apresentam valores mais altos no período de verão e menores no período de inverno [7, 8]. Em contrapartida, pode ser atribuído o comportamento típico de silvicultura em pontos que apresentaram maior uniformidade nos valores (entre 0,7 e 0,9 nos pontos 4, 5 e 6), uma vez que áreas com maior densidade de vegetação aproximam-se dos patamares superiores [9].

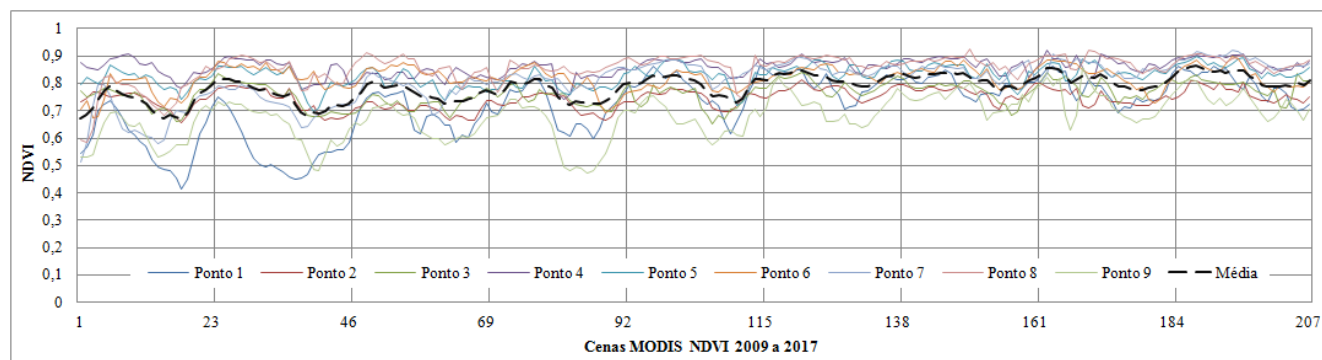


Figura 2. Série temporal de NDVI de silvicultura no período de 2009 a 2017.

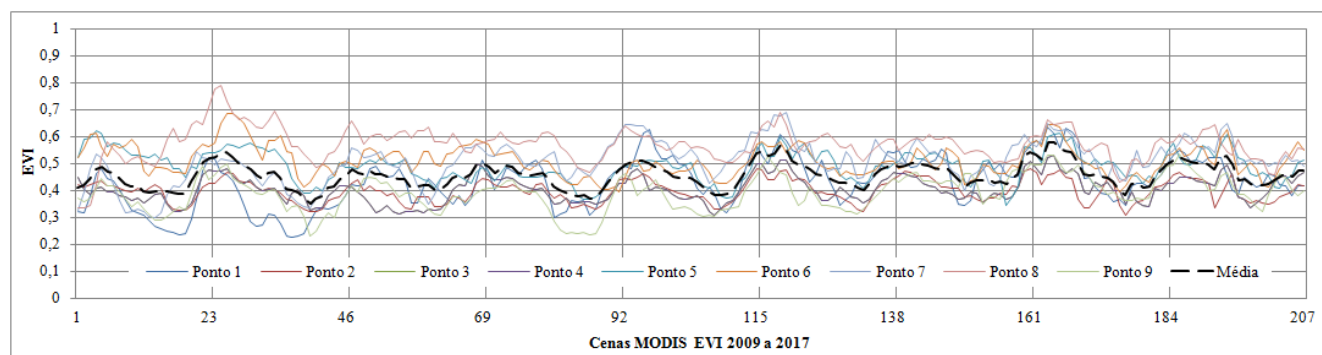


Figura 2. Série temporal de NDVI de silvicultura no período de 2009 a 2017.

Considerando plantios de eucalipto em período inicial de crescimento, o NDVI pode apresentar valores semelhantes ao comportamento do solo, alcançando valores máximos por volta do segundo ano do plantio [10]. Ainda, em função da sua característica em identificar conteúdo de clorofila, este índice torna-se bastante eficiente em estudos sobre áreas de silvicultura [11].

plantios de eucalipto na região sul do Rio Grande do Sul, onde constatou-se valores de NDVI entre 0,5 a 0,9 e EVI entre 0,3 a 0,7 [12].

Os maiores valores de NDVI em relação ao EVI podem estar relacionados a tendência de saturação do NDVI em áreas que apresentam alta biomassa [13]. O NDVI foi considerado um eficiente indicador da estrutura do dossel e do potencial da atividade fotossintética sobre diversas tipologias vegetais, observando porém, sua sensibilidade às diferenças de cobertura em dosséis esparsos, a qual diminui em dosséis moderados e densos em função de saturação [14].

A partir do ano de 2013 observou-se uma tendência de maior uniformidade dos valores dos índices de vegetação, que pode estar relacionada a presença de silvicultura em todos os pontos. Em estudo no sudoeste do Rio Grande do Sul, povoamentos de eucalipto mostraram valores muito semelhantes a partir do quarto ano de crescimento, quando possivelmente atingiram seu ápice de crescimento [12].

A comparação entre os índices de vegetação mostrou que o EVI apresentou coeficientes de variação mais elevados durante o período de 2009 a 2017. Este resultado pode estar vinculado com a sensibilidade do EVI, pois considera parâmetros que remetem ao sinal de fundo do dossel e reduzem as influências atmosféricas [2]. Estudos mostram que em função destes parâmetros associados ao EVI, influência do solo e da atmosfera, este índice é capaz de manter a distribuição regular dos valores em locais com alta biomassa [2, 5].

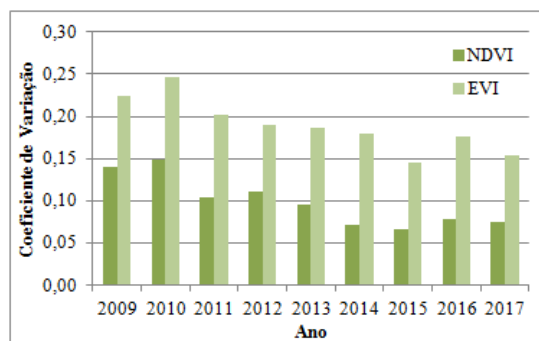


Figura 4. Coeficiente de variação anual dos índices de vegetação NDVI e EVI no período de 2009 a 2017.

Da mesma forma que o NDVI, o comportamento do EVI em alguns pontos nos primeiros anos também pode ser atribuído a outras formas de cobertura da terra principalmente vinculadas às áreas de campo com pastagem [6] para a criação de gado ou com culturas temporárias. Considerando a série temporal, o NDVI mostrou valores superiores ao EVI, resultado semelhante ao observado em

Geralmente o EVI mantém um padrão temporal com valores que apresentam decréscimo do verão até o final do inverno, aumentando novamente quando inicia a primavera [11]. Na época de maior crescimento/desenvolvimento da vegetação, há um aumento da atividade fotossintética e aumento das folhas verdes, com isso, ocorre uma diminuição da reflectância na região do visível e aumento no infravermelho próximo [7].

As variações apresentadas pelos índices de vegetação ao longo dos anos analisados podem estar relacionadas ao estresse hídrico das árvores, principalmente durante estações com menor índice pluviométrico que ocasionam a perda das folhas ou ainda a deficiências nutricionais das plantas [10].

5. CONCLUSÕES

Através da análise do comportamento temporal do NDVI e EVI nas áreas de silvicultura observou-se que nos primeiros anos de análise houve maior variação dos índices de vegetação entre os pontos analisados, possivelmente por corresponder a áreas de campo com pastagem.

Em geral, o índice EVI mostrou maior coeficiente de variação em comparação ao NDVI, indicando a sensibilidade deste índice devido a utilização de coeficientes relacionados ao solo e atmosfera.

A plataforma SATVeg se mostrou bastante eficiente para o monitoramento das áreas de silvicultura, podendo ser utilizada para diversos estudos voltados para o monitoramento da vegetação.

6. REFERÊNCIAS

- [1] SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente. "Zoneamento Ambiental da Silvicultura: Diretrizes da Silvicultura por Unidade de Paisagem e Bacia Hidrográfica". Volume II., 300p, 2010.
- [2] Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. "Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação", Parêntese, São José dos Campos, pp. 135, 2009.
- [3] Jensen, J. R. "Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres", Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. et al. Parêntese, São José dos Campos, pp. 598, 2009.
- [4] Latorre, M. L., et al. "Produtos para ecossistemas terrestres – MOD-LAND". In: B. F. T. Rudorff; Y. E. Shimabukuro; J. C. Ceballos. (Org.). Sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. São José dos Campos: Editora Parêntese, p. 185-206, 2007.
- [5] Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P.; Gao, X.; Ferreira, L. G. "Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices", *Remote Sensing of Environment*, v. 83, pp. 195–213, 2002.
- [6] Embrapa. "Sistema de Análise Temporal da Vegetação-SATVeg". Campinas, 2018. Disponível em <www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html> Acesso em 12 de julho de 2018.

- [7] Trentin, C.B. "Estoques de Carbono nas áreas de vegetação campestre da Área de Proteção Ambiental (APA) do Ibirapuitã". Tese de Doutorado. UFRGS, Porto Alegre, pp. 98, 2015.
- [8] Cordeiro, A. P. A. et al. "Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI". *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 883-896, 2017.
- [9] Goergen, L. C. de G., et. al. "Índices NDVI e EVI-2 de Eucalyptus grandis sob diferentes sistemas de preparo do solo". In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, Brasil. SBCS. Anais, 2015.
- [10] Maire, G., et al. "MODIS NDVI time-series allow the monitoring of Eucalyptus plantation biomass". *Remote Sensing of Environment*, v. 115, p. 2613–2625, 2011.
- [11] Kuplich, T.M.; Moreira, A.; Fontana, D.C. "Série temporal de índice de vegetação sobre diferentes tipologias vegetais no Rio Grande do Sul". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.17, p. 1116- 1123, 2013.
- [12] Trentin, A.B. "Modelos para estimativa de biomassa em área de eucalipto no sudeste do estado do Rio Grande do Sul". Tese de Doutorado. UFRGS, Porto Alegre, pp. 93, 2014.
- [13] Meng, B. et al. "Modeling alpine grassland cover based on MODIS data and support vector machine regression in the headwater region of the Huanghe River, China". *Remote Sensing Environment*. Amsterdã, p. 162-173, 2018.
- [14] Gamon, J. A., et al. "Relationships between NDVI, canopy structure, and photosynthesis in three Californian vegetation types", *Ecological Applications*, v. 5, n. 1, p. 28-41, 1995.