

INVESTIGAÇÃO DO CICLO DE POMARES DE MACIEIRA PELO NDVI DE IMAGENS SENTINEL-2 NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Henrique Pauletto¹, Rosemary Hoff², Luciele Costacurta Heman³, Millena Portella Nhoatto¹, Rodrigo Alberti¹

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. São Leopoldo, Brasil, millena@gmail.com, henriquepauletto_@live.com, rodrigoalberti.geologia@hotmail.com

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Bento Gonçalves, Brasil, rose.hoff@embrapa.br

³ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, lulu.heman@gmail.com,

RESUMO

A região de Campos da Cima da Serra (Rio Grande do Sul, Brasil) é a maior produtora de maçã do país, o município de Muitos Capões produziu mais de 200.000 toneladas no ano de 2017. O sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para monitorar a agricultura, suas características espaciais e temporais de cada cultura. Os índices de vegetação das imagens de satélite são técnicas para apoiar práticas de agricultura de precisão, entre outras. O objetivo deste estudo foi monitorar o ciclo de macieira pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) de imagens Sentinel-2. O NDVI foi empregado em cenas de 2017 a 2018. Numa fazenda de produção de maçãs, onde um pomar foi escolhido para ser avaliado o NDVI, sendo observada a variabilidade ao longo dos períodos, conforme as mudanças no ciclo vegetativo.

Palavras-chave — processamento de imagem, NDVI, macieira.

ABSTRACT

The region of “Campos de Cima da Serra” (Brazil) is the major producer of apple in the country, and the municipality of “Muitos Capões” produced more than 200.000 tons of apples in the year 2017. Remote sensing is an important tool for knowledge to monitoring agriculture, their spatial and temporal characteristics of each culture. The vegetation index of satellite images is a valuable technique to support precision agriculture, among others. The objective of this study was monitoring the cycle of apple tree on Sentinel-2 images by the Normalized Difference Vegetation index (NDVI). The vegetation index was employed, in scenes from 2017 to 2018. In an apple production farm, one area was chosen to be studied by NDVI, where the variability along the periods was observed, according to the changes in the vegetative cycle.

Keywords — image processing, NDVI, apple tree.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o nono produtor mundial de maçãs [1], e 45% da área de produção está no Rio Grande do Sul (RS) [2]. A área plantada no RS aumentou 29% de 2001 a 2016, os pomares têm em média 26 hectares por produtor [3], estando em expansão nos Campos de Cima da Serra, num contexto do ecossistema associado ao Bioma Mata Atlântica [4].

A Embrapa Uva e Vinho possui pesquisas com maçãs em várias áreas do conhecimento e o levantamento do uso da terra por sensoriamento remoto faz parte desta pesquisa [5] e [6]. O presente trabalho mostra a utilização de técnicas de processamento de imagens de satélite no município de Muitos Capões, RS, focado numa fazenda de produção de maçãs, sendo feito o acompanhamento do ciclo da macieira numa parcela de 18 hectares por meio de índice de vegetação a partir de imagens Sentinel-2.

A macieira (*Malus domestica*) é uma planta da família das rosáceas, perene de porte arbóreo, com uma vida média de 20 anos. Quando em pomar comercial, possui algumas peculiaridades quanto à exigência de frio para quebra de dormência, além de solos com boas profundidades, fertilidade e capacidade de drenagem [6]. A maior parte da produção brasileira provém de três cultivares: Gala, Fuji e Golden Delicious, sendo que 80% do total de maçã produzida são destinados ao consumo in natura [7].

As características espaciais e temporais dos pomares, podem ser investigadas por índice de vegetação por diferença normalizada [8]. O NDVI relaciona a reflectância nos comprimentos de onda do vermelho e do infravermelho próximo, sendo considerado um indicador do crescimento da vegetação e do acúmulo de biomassa verde. Em vinhedos, estudos mostraram padrões espaciais de índice de área foliar, infestações e doenças de pragas, disponibilidade de água e características físico-químicas dos frutos [9] e [10].

O índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI [11], tornou possível por sua simplicidade e relativa alta sensibilidade à densidade da cobertura vegetal, comparações espaciais e temporais da atividade fotossintética da planta, bem como o monitoramento sazonal, interanual e de variações de longo prazo de parâmetros estruturais, fenológicos e biofísicos da vegetação em escala global [12].

O objetivo deste estudo foi monitorar o ciclo de macieira por meio de imagens do Sentinel-2 pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). O NDVI foi empregado em cenas destas imagens do período de 2017 a 2018.

2. MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo é um pomar de maçã do tipo *gala e fuji*, localizado no município de Muitos Capões, Rio Grande do

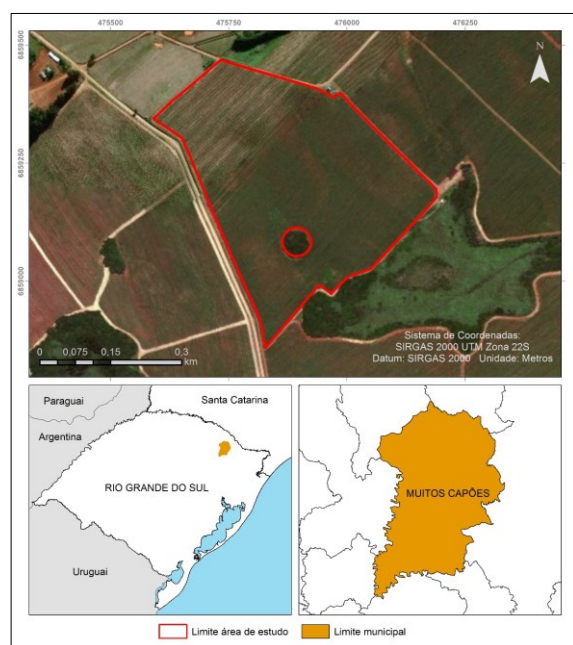


Figura 1. Localização da área de estudo na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil.

O pré-processamento consistiu de operações para a correção atmosférica nas imagens com a utilização do software Quantum GIS, ferramenta “*Semi-automatic Classification Plugin*” (SCP), gerando Áreas de Treinamento (ROI – *Region Of Interest*) armazenadas em um arquivo no formato *shapefile*. Assim, foram calculadas automaticamente as características espectrais do polígono do pomar estudado, gerando gráficos. O SCP também possui ferramentas para download e manipulação de imagens Landsat e Sentinel.

Para o cálculo de NDVI, foi usada a ferramenta Calculadora Raster do Quantum GIS, por meio da expressão correspondente para o cálculo deste índice, sendo: $NDVI = (IVP - RED) / (IVP + RED)$, utilizando as imagens corrigidas nas bandas 8 para IVP e 4 para RED.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do NDVI podem variar de -1 a 1 e a vegetação está associada ao índice positivo. Valores mais altos de NDVI indicam maior diferença de refletância entre os comprimentos de onda do vermelho e do infravermelho

Sul (RS), Brasil (Figura 1), tendo 18 hectares, o qual foi monitorado por imagens do Sentinel-2.

Este estudo fez parte do projeto Rede de Agricultura de Precisão III da Embrapa, iniciado em 2016. As cenas do Satélite Sentinel-2 foram organizadas de acordo com uma grade desenvolvida pela OTAN (*North Atlantic Treaty Organization*). As imagens estão na projeção UTM, com seções em quadrantes nos intervalos de 10 km, 1 km, 100 m, 10 m e 1 m. Foram trabalhadas as bandas 2 – 3 – 4 – 8, período 2017 e 2018 de 10 m.

próximo e que pode existir maior biomassa verde presente na área imageada.

Os resultados deste estudo demonstraram que, dentre as 22 imagens estudadas, os valores médios de NDVI variaram entre 0,3194 em agosto de 2017 e 0,80 em fevereiro de 2018 (Figura 2). Geralmente, os maiores valores de NDVI ocorreram ao longo do ciclo vegetativo, desde o surgimento até a senescência das folhas. Os menores valores de NDVI ocorreram no período de dormência, quando o índice de vegetação refletiu a biomassa da copa das macieiras.

Evolução temporal similar de NDVI foi obtida por [5] e [6] para os pomares da mesma região. No entanto, se observa valor baixo de NDVI médio em março de 2017, devido à presença de nuvens nas imagens.

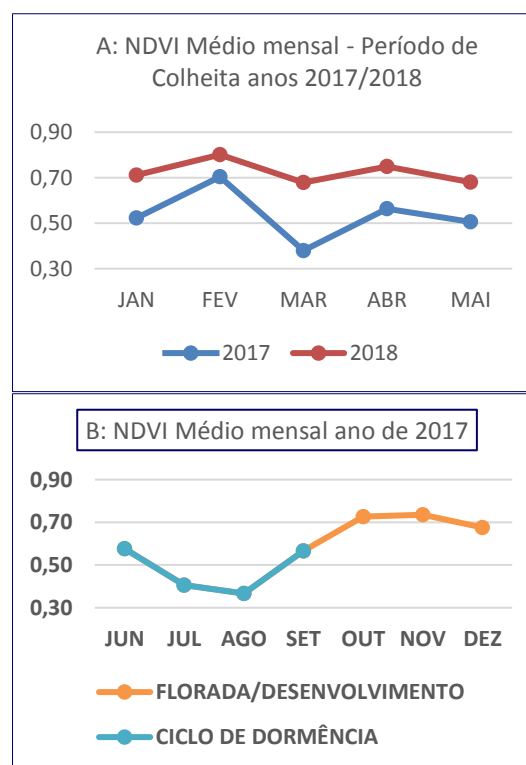


Figura 2. Valores do índice de vegetação (NDVI) das imagens do Sentinel-2. A: , NDVI Médio mensal do período de colheita dos anos 2017 e 2018; B: NDVI Médio mensal do ano de 2017, mostrando a época de dormência e a florada de pomares de maçã. Muitos Capões, região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil.

É importante notar que, devido ao dossel vegetativo e a resolução espacial das imagens Sentinel (10 m), espera-se que os valores de NDVI sejam referentes às copas das árvores, mas ocasionalmente pode haver influência da vegetação que se desenvolve entre as linhas de pomares, ambos presentes na área da imagem.

Assim, a variabilidade temporal dos valores de NDVI pode ser devida também às práticas de fenologia e manejo (por exemplo, poda) e às práticas de desenvolvimento e manejo (corte e dessecação) da vegetação entre as linhas (Figura 3).

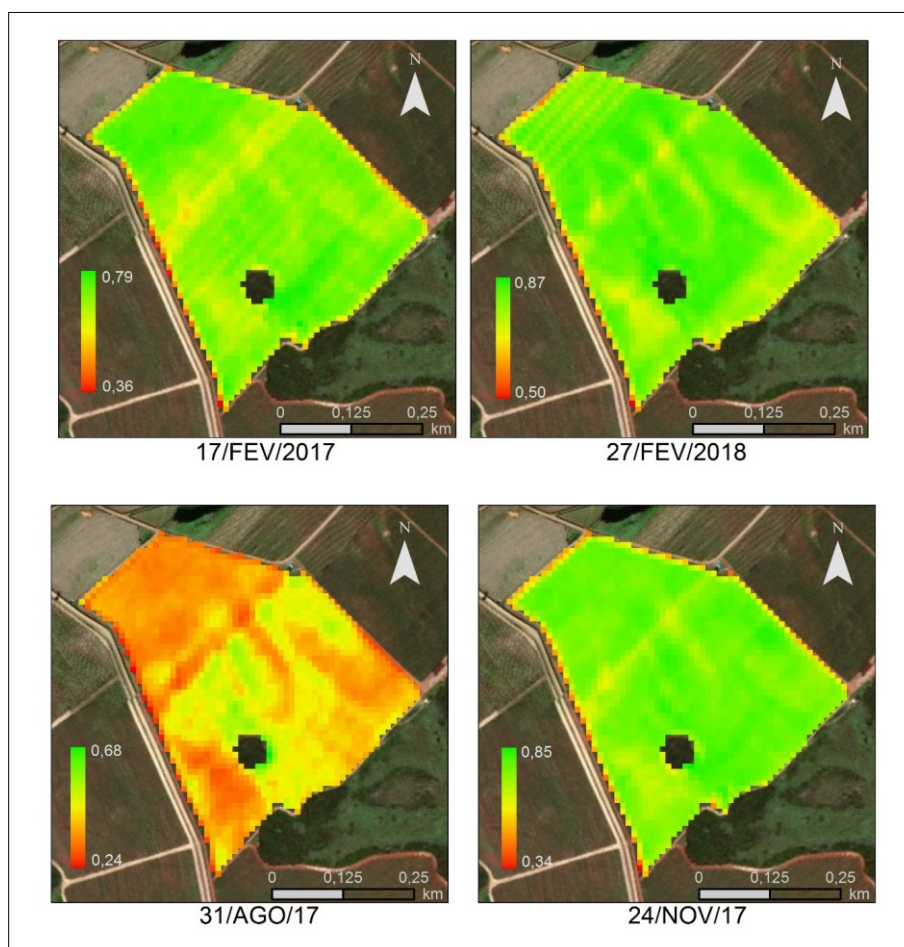


Figura 3. Variabilidade do índice de vegetação (NDVI) das imagens do Sentinel-2 ao longo das safras: 2017/2018, nos meses de fevereiro, agosto e novembro. Muitos Capões, região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil.

4. CONCLUSÃO

A variabilidade temporal dos valores de NDVI refletiu o acúmulo de biomassa verde ao longo do ciclo e caracterizou o comportamento espectral do pomar estudado.

O perfil médio de NDVI/Sentinel-2 foi coerente com a evolução temporal do ciclo vegetativo de pomares de maçã na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil.

Em imagens da mesma data, a variabilidade temporal e espacial do NDVI pode estar associada ao solo, condições meteorológicas e manejo adotados pelos produtores, como aconteceu em fevereiro de 2017 e fevereiro de 2018 (Figura 2 e 3).

Os mapas de variabilidade do NDVI mostraram, na época de inverno em agosto de 2017, áreas com menor NDVI que pode ser devido à escassez de folhas nas plantas. Pode também ser devido ao solo exposto em áreas específicas, as quais se repetem nos mesmos locais nos mapas de verão e primavera (Figura 3).

A presença de nuvens no mês de março de 2017 diminuiu o NDVI, mas refere-se apenas ao pomar em estudo, de modo que os resultados são locais e podem não refletir o contexto da região.

A falta de imagens pode prejudicar o detalhamento de perfil temporal de NDVI em pomares, especialmente na primavera, início do ciclo vegetativo.

No entanto, as imagens NDVI/Sentinel-2 permitiram identificar variabilidade interanual do NDVI em pomares, sendo disponibilizadas de forma gratuita, o que também é importante em sistemas de monitoramento, pela facilidade de obtenção e sem custo.

Este tipo de produto está disponível aos produtores a fim de observarem áreas anômalas e tomarem decisões sobre o manejo da cultura ao longo do ciclo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências Fapergs e CNPq; à empresa Varaschin Agroflorestal.

6. REFERÊNCIAS

[1] MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Cenário da cadeia produtiva da maçã”. *Secretaria de Política Agrícola*. Ano 6 Vol. 54, março de 2013

[2] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. <http://www.ibge.gov.br>

[3] AGAPOMI - Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã 2014. <http://www.agapomi.com.br/>

[4] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2007. Embrapa nos Biomas Brasileiros. Disponível: <<http://www.embrapa.gov.br/publicacoes/institucionais/laminas-biomas.pdf>>

[5] Hoff, R.; Farias, A. R.; Ducati, J. R.; Toniolo, G. R.. “Aplicação de processamento digital de imagens orbitais e SIG para apoio à agricultura de precisão nas culturas da videira e macieira no Rio Grande do Sul”. In: Ricardo Yassushi Inamasu, João de Mendonça Naime, Álvaro Vilela de Resende, Luis Henrique Bassoi, Alberto Carlos de Campos Bernardi. (Org.). *Agricultura de Precisão: um novo olhar*. São Carlos: Editora Cubo, 2011, v. 1, p. 273-276.

[6] Schrammel, B. M.; Gebler, L. “Utilização de ferramentas do SIG para agricultura de precisão no planejamento ambiental de uma pequena propriedade rural produtora de maçãs”. In: Ricardo Yassushi Inamasu; João de Mendonça Naime; Álvaro Vilela de Resende; Luis Henrique Bassoi; Alberto Carlos de Campos Bernardi. (Org.). *Agricultura de Precisão: Um novo olhar*. 1 ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011, v. 1, p. 222-226

[7] Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI. “A cultura da macieira”. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 743 p.

[8] Jensen, J. R. Introductory “Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective”. *Englewood Cliffs*, Prentice-Hall, 1986. 379 p.

[9] Drissi, R., Goutouly, J.P, Forget, D., Gaudillere, J.P. “Nondestructive measurement of grapevine leaf area by Ground Normalized Difference Vegetation Index”. *Agronomy Journal*, v. 101, p.226-231, 2009.

[10] Johnson, L., Roczen, D., Youkhana, S., Neemani, R. R., Bosch, D. F. “Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite

imagery”. *Computers and Electronics in Agriculture*, n.38, p. 33–44, 2003.

[11] 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-1 Symposium*, 3., 1973, Washington. Proceedings. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1973.p.309-317.

[12] Wang, Z.X.; Liu, C.; Huete, A. “From AVHRR-NDVI to MODIS-EVI: advances in vegetation index research”. *Acta Ecologica Sinica*, v.23, p.979-987, 2003