

IMAGENS LANDSAT PARA MONITORAMENTO DE VINHEDO NA REGIÃO DA CAMPANHA GAÚCHA POR PERFIL TEMPORAL DE NDVI

Amanda Heemann Junges¹, Henrique Pauletto², Rosemary Hoff³, Jorge Ricardo Ducati⁴, Rodrigo Alberti⁵

¹ Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária – DDP/SEAPI, Rodovia BR 470, km 170,8, Veranópolis-RS, amanda-junges@seapi.rs.gov.br; ^{2,5} Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Av. Unisinos, 950, São Leopoldo-RS, henriquepauletto_@live.com, rodrigoalberti.geologia@hotmail.com; ³ Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento, 515, Bento Gonçalves-RS, rose.hoff@embrapa.br; ⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9.500, Porto Alegre-RS, jorge.ducati@ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi empregar imagens Landsat na definição do perfil temporal médio de NDVI de vinhedo da região da Campanha Gaúcha. Para isso, foi avaliada a disponibilidade de imagens NDVI/Landsat8-OLI sem presença de nuvens na área de estudo (vinhedo comercial de 'Cabernet Sauvignon'), de julho de 2013 a julho de 2018, para extração de valores médios de NDVI e elaboração do perfil temporal médio. Os resultados indicaram que primavera foi a estação com menor disponibilidade média de imagens NDVI/Landsat sem presença de nuvens. O perfil médio de NDVI foi coerente com a evolução temporal da biomassa verde em vinhedos, refletindo o ciclo vegetativo e o período de repouso hibernar das videiras, quando o índice pode ser associado à vegetação de cobertura estabelecida na área. Imagens NDVI/Landsat permitiram identificar a variabilidade interanual e espacial do NDVI, demonstrando potencial para emprego em sistemas de monitoramento de vinhedos por imagens orbitais.

Palavras-chave — índice de vegetação, viticultura, Cabernet Sauvignon

ABSTRACT

The aim of this work was to define the mean temporal NDVI profile of a vineyard in the Campanha Gaúcha region using Landsat images. For this, the availability of NDVI/Landsat8-OLI images without clouds in the study area (commercial vineyard of 'Cabernet Sauvignon'), from July 2013 to July 2018, was quantified and the vineyard's average values were extracted to define the mean temporal NDVI profile. The results indicated that spring was the season with the lowest availability of NDVI/Landsat images without clouds. The mean NDVI profile is in accordance to the temporal evolution of green biomass in vineyards and reflected the vegetative cycle and the vine dormancy, period in which the index can be associated to the cover vegetation established in the area. NDVI/Landsat images indicated the interannual and the spatial variability of the NDVI values, showing potential for use in vineyard's monitoring systems by orbital remote sensing.

Keywords — vegetation index, viticulture, Cabernet Sauvignon

1. INTRODUÇÃO

A produção vitivinícola brasileira, que atualmente ocupa uma área de 83,7 mil hectares e envolve mais de mil vinícolas, consolidou o Brasil como quinto maior produtor de vinhos no Hemisfério Sul [1]. No País, o mais importante polo vitivinícola é o Estado do Rio Grande do Sul, no qual se destacam as regiões vitivinícolas “Serra Gaúcha” e “Campanha Gaúcha” [2]. Na região da Campanha, localizada na porção Sul do Estado, limitada a oeste pela Argentina e a sudoeste pelo Uruguai, a viticultura se caracteriza pela produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos e espumantes, em grandes propriedades, com possibilidade de mecanização dos vinhedos em função do relevo plano a suave ondulado. Na região, a área média das propriedades dedicadas à viticultura é de 95 ha e a dos vinhedos varia entre 4 ha (Campanha Meridional) e 26 ha (Campanha Central), valores superiores aos da tradicional região da Serra Gaúcha (respectivamente, 13 ha e 2 ha) [3].

Em função da maior extensão territorial dos vinhedos, imagens de média resolução espacial podem contribuir para identificação, mapeamento e monitoramento do sistema produtivo de uvas para vinhos na região da Campanha por meio, por exemplo, de perfis temporais de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*). Para cultura da videira, estudos demonstraram que o NDVI permite a interpretação de padrões espaciais de índice de área foliar, infestações por pragas e moléstias, disponibilidade hídrica, características físico-químicas de frutos e qualidade de vinhos [4], [5]. Em estudos multitemporais, imagens orbitais coletadas em diferentes datas são empregadas no monitoramento periódico e repetitivo das áreas agrícolas para caracterização do ciclo das espécies cultivadas e o estabelecimento da relação entre os parâmetros contidos em produtos de sensoriamento remoto e as propriedades físicas e morfológicas do dossel. No Rio Grande do Sul, imagens foram utilizadas no monitoramento de vinhedos na região da Serra Gaúcha por [6], [7], [8], [9]. Para região da

Campanha, estudo inicial acerca da variabilidade espaço-temporal do NDVI em vinhedos foi realizado por [10].

Parte do projeto de desenvolvimento da Indicação Geográfica (IG) dos vinhos da Campanha, o objetivo desse trabalho foi empregar imagens Landsat 8-OLI para definição do perfil temporal médio de NDVI de vinhedo localizado na região da Campanha, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo correspondeu a um vinhedo comercial da variedade Cabernet Sauvignon, com área de 6,7 ha, conduzido em sistema espaldeira e localizado no município de Santana do Livramento na região da Campanha Gaúcha (Figura 1).

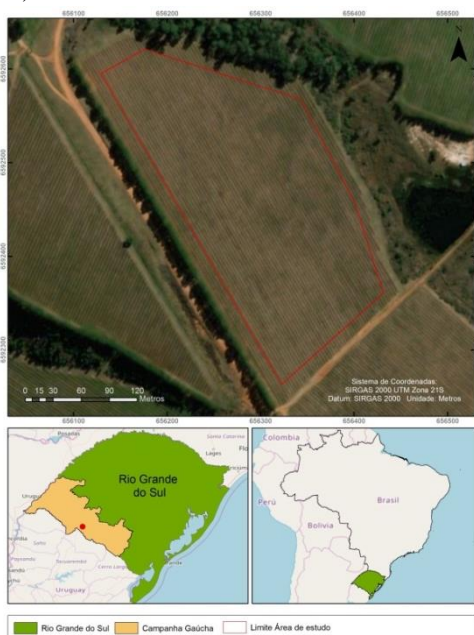


Figura 1. Localização do vinhedo de estudo na região da Campanha Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil.

Foram empregadas imagens NDVI do satélite Landsat-8, sensor OLI, de julho de 2013 a julho de 2018 (safra 2013/2014 a 2017/2018). As imagens, com resolução espacial de 30 metros e resolução temporal de 15 dias, foram obtidas no endereço eletrônico do USGS (*United States Geological Survey*) com correção atmosférica de 6S.

Para fins de monitoramento agrícola, é importante avaliar a disponibilidade de imagens para área de estudo. Nesse trabalho, a avaliação foi realizada com base na quantificação das imagens NDVI/Landsat por estações do ano: verão (dezembro, janeiro-fevereiro), outono (março-abril-maio), inverno (junho-julho-agosto) e primavera (setembro-outubro-novembro), considerando: (1) porcentagem de imagens disponibilizadas no sistema USGS, dado que, em função da resolução temporal, 100% corresponderam a 6 imagens por estação; (2) porcentagem

de imagens sem presença de nuvens sobre o vinhedo em relação às disponibilizadas. A ausência de nuvens especificamente sobre o vinhedo foi verificada de forma visual em cada uma das imagens NDVI/Landsat.

Posteriormente, o vetor do vinhedo foi sobreposto às imagens para extração da informação espectral (NDVI médio). O vetor foi construído apenas com a área central do vinhedo para reduzir a influência de áreas vizinhas (por exemplo, florestas, corpos d'água ou estradas) na média do NDVI. Os valores médios de NDVI foram empregados na definição do perfil temporal médio do vinhedo.

Para análise da variabilidade espacial e interanual dos valores médios do índice de vegetação, foram elaborados mapas de NDVI no vinhedo na quinzena com maior disponibilidade de imagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Disponibilidade de imagens NDVI/Landsat

Os resultados indicaram que a disponibilidade de imagens NDVI/Landsat da área de estudo foi de 84%, na média das estações (Figura 2A). O menor número de imagens disponibilizadas foi 4 (67,7%), o que ocorreu no inverno de 2014, 2015 e 2018; primavera de 2013, 2014 e 2017 e no verão de 2016. Considerando que as imagens podem ser obtidas como produto pronto (NDVI), diminuindo a necessidade de processamento e de forma gratuita pelo usuário, a disponibilidade foi considerada adequada para fins de monitoramento da cultura agrícola.

Na média das estações, 60% das imagens disponibilizadas não apresentavam nuvens sobre o vinhedo e puderam, dessa forma, ser utilizadas para obtenção do NDVI (Figura 2B). A primavera foi a estação com menor porcentagem de imagens sem nuvens (50,3% das disponibilizadas), seguida pelo outono (56%). Dentre as safras analisadas, a de 2016/2017 destacou-se pela menor porcentagem média de imagens úteis, especialmente em função do verão e do outono, este último com poucas imagens também na safra 2017/2018 (Figura 2C). Somente no verão da safra 2013/2014 foi possível obter 100% de imagens disponibilizadas sem nuvens (Figura 2C). A primavera, período correspondente à brotação e início do ciclo vegetativo das videiras pode, dessa forma, ser um período crítico ao monitoramento de vinhedos na região de estudo por imagens Landsat pela dificuldade de obtenção dos dados. No outono, a menor disponibilidade de imagens úteis pode afetar a caracterização da etapa final do ciclo vegetativo das videiras, no entanto, nessa estação, a contribuição das videiras para o valor médio de NDVI do vinhedo diminui em função da queda de folhas, de forma que o índice de vegetação é associado especialmente à biomassa verde da vegetação de cobertura do solo (linhas e entrelinhas do vinhedo).

De acordo com [6], a presença de nuvens nas imagens obtidas por sensores ópticos deve ser levada em conta no

mapeamento sistemático das áreas cultivadas com culturas agrícolas no Brasil, especialmente as de primavera-verão. Sendo assim, nesse trabalho, a avaliação das imagens NDVI/Landsat, embora tenha sido realizada de modo pontual, considerando o vinhedo em estudo, foi importante para identificação dos períodos do ano com possíveis dificuldades ao monitoramento de vinhedos na região da Campanha.

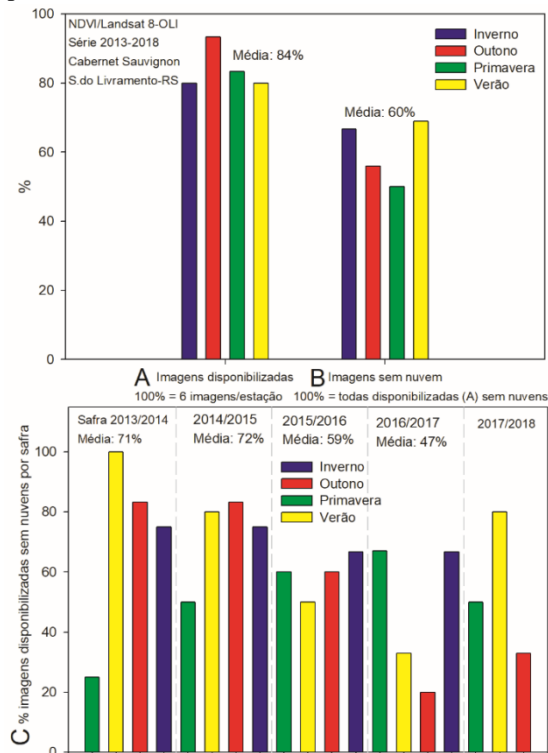


Figura 2. Porcentagem de imagens NDVI/Landsat-OLI disponibilizadas pelo sistema USGS (A) e disponibilizadas sem presença de nuvens nas estações: média das safras 2013/2014 a 2017/2018 (B) e por safra (C).

3.2. Perfil temporal médio de NDVI/Landsat

O perfil temporal de NDVI/Landsat indicou que os valores médios do índice de vegetação variaram entre 0,54 (julho) e 0,77 (novembro) (Figura 3). Os maiores valores de NDVI ocorreram ao longo do ciclo vegetativo das videiras, refletindo o acúmulo de biomassa verde do dossel. Os menores valores médios ocorreram no inverno, quando as videiras se encontram em dormência (sem folhas), de modo que, nesse período, o índice de vegetação pode ser associado às plantas de cobertura estabelecidas nos vinhedos. A evolução temporal de NDVI foi semelhante à obtida por [8] e [9] em imagens Landsat para vinhedos no Rio Grande do Sul.

Na região de estudo, a brotação das videiras ocorre, de modo geral, entre a segunda quinzena de setembro e primeira de outubro e, assim, os valores crescentes de NDVI refletiram a etapa inicial de expansão da área foliar e

acúmulo de biomassa verde do dossel vegetativo. O perfil temporal médio indicou que, ao longo do ciclo vegetativo ocorreu decréscimo nos valores de NDVI, especialmente em novembro-dezembro, quando a média passou de 0,77 para 0,68, indicando uma diminuição da biomassa verde presente na área imageada. Tal redução foi associada às práticas de manejo que promovem intervenções no dossel vegetativo, tais como desfolhas e despontes, como também verificado por [12]. Realizadas com intuito de reduzir a área foliar, essas atividades são importantes no manejo de vinhedos, pois promovem redução do vigor vegetativo, equilíbrio da relação folha-fruto, aeração e entrada de radiação solar no dossel vegetativo, diminuindo a probabilidade de ocorrência de doenças, especialmente podridões de cachos, que comprometem a qualidade final das uvas [13]. Por sua vez, no final do ciclo vegetativo houve redução dos valores médios de NDVI (Figura 3), indicando que o índice de vegetação representou adequadamente o período de redução da biomassa verde no dossel das videiras como consequência da senescência e queda de folhas.

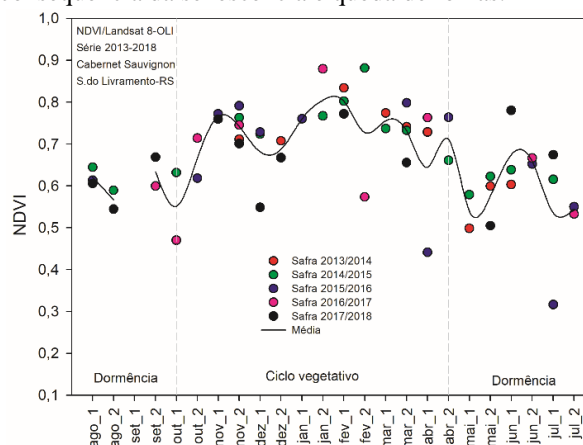


Figura 3. Valores médios de NDVI/Landsat de vinhedo da cv. Cabernet Sauvignon na região da Campanha, de agosto a julho nas safras 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018 e na média.

É importante salientar que, devido à resolução espacial das imagens Landsat, os valores de NDVI da área imageada são referentes às videiras e, também, à vegetação de cobertura do solo, dado que, em virtude do sistema de condução vertical (espaldeira), não há fechamento do dossel vegetativo nas entrelinhas. No período de dormência, os maiores valores de NDVI, observados especialmente em junho (em média 0,66), podem ser atribuídos ao crescimento da vegetação de cobertura, estabelecida nas linhas e entrelinhas do vinhedo, dada a ausência de folhas nas videiras neste período. Ao longo do ciclo vegetativo, o crescimento da vegetação de cobertura é controlado por práticas de manejo frequentes (roçada mecanizada), de modo que a contribuição desta para os valores médios de NDVI tende a ser minimizada.

Os resultados indicaram que há variabilidade entre anos nos valores médios de NDVI do vinhedo em uma mesma

quinzena. Na segunda quinzena de novembro, etapa com disponibilidade de imagens em todas safras avaliadas, os valores médios variaram entre 0,70 (em 2017) e 0,79 (em 2015) (Figura 4). Também foi possível verificar a variabilidade espacial do NDVI, de modo que, a cada ano, existiram áreas com maiores e menores valores do índice de vegetação no vinhedo. A variabilidade do NDVI pode ser associada à variabilidade interanual das condições meteorológicas, as quais modificam o crescimento e desenvolvimento das plantas e a manifestação das principais etapas do desenvolvimento fenológico, bem como à variabilidade na data de realização das práticas de manejo que promovem intervenções no dossel vegetativo. Embora a resolução espacial imagens Landsat não permita elevado detalhamento da área do vinhedo, podem ser empregadas na caracterização da variabilidade entre safras e contribuir para geração de informações relevantes em sistemas de monitoramento agrícola e previsão de safras.

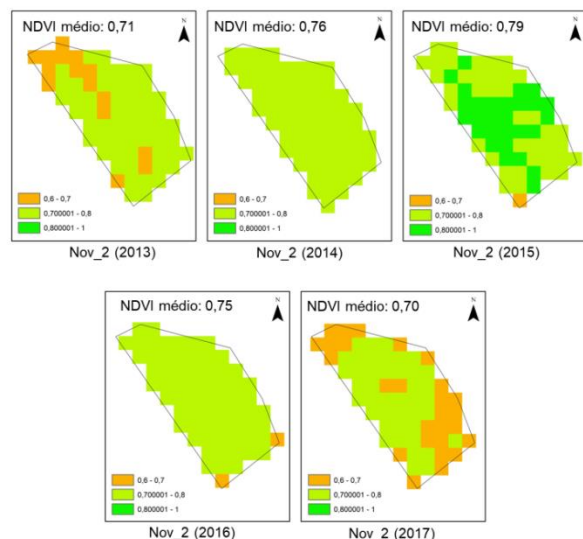


Figura 4. Valores médios e variabilidade espacial do NDVI/Landsat em vinhedo da cv. Cabernet Sauvignon na região da Campanha, na segunda quinzena de novembro (Nov_2) de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

5. CONCLUSÕES

A primavera, período correspondente à brotação e início do ciclo vegetativo das videiras é a estação com menor disponibilidade média de imagens NDVI/Landsat sem a presença de nuvens sobre vinhedo na região da Campanha Gaúcha.

O perfil médio de NDVI/Landsat é coerente com a evolução temporal nos ciclos vegetativos e períodos de repouso hibernar (dormência) de videiras e reflete as práticas de manejo que promovem alterações na biomassa verde do dossel vegetativo.

Imagens NDVI/Landsat permitem identificar a variabilidade interanual dos valores médios de NDVI demonstrando potencial para emprego em sistemas de monitoramento de vinhedos por imagens orbitais.

6. REFERÊNCIAS

- [1] IBRAVIN - Instituto Brasileiro do Vinho: O Brasil Vitivinícola. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br>
- [2] Protas, J.F.S. e Camargo, U.A. Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010, SEBRAE, IBRAVIN, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 110 pp., 2001.
- [3] Mello, L.M.R.; Machado, C.E. e Silva, S.M.R. Dados cadastrais da viticultura do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola>
- [4] Drissi, R.; Goutouly, J.P.; Forget, D. e Gaudillere, J.P. Nondestructive measurement of grapevine leaf area by Ground Normalized Difference Vegetation Index. *Agronomy Journal*, v. 101, pp.226-231, 2009.
- [5] Johnson, L.; Roczen, D.; Youkhana, S.; Neemani, R. R. e Bosch, D. F. Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.38, pp. 33-44, 2003.
- [6] Silva, P.R. e Ducati, J. R. Spectral features of vineyards in south Brazil from ASTER imaging. *International Journal of Remote Sensing*, v. 30, pp. 6085-6098, 2009.
- [7] Cemin, G. e Ducati, J.R. Spectral discrimination of grape varieties and a search for terroir effects using remote sensing. *Journal of Wine Research*, v. 22, pp.57-78, 2011.
- [8] Pithan, P. A.; Junges, A. H.; Farias A. R.; Anzanello, R. e Hoff, R. Monitoramento do ciclo de videiras pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada obtido de imagens Landsat 8 no município de Veranópolis – RS, Brasil. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, pp. 2944-2952. 2015.
- [9] Schaparini, L.P., Junges, A.H., Fontana, D.C. e Hoff, R. 2016. Variabilidade do padrão temporal do NDVI/Landsat na Serra Gaúcha, Brasil. Anais da XVI Reunión Argentina e VII Reunión Latinoamericana de Agrometeorología. Asociación Argentina de Agrometeorología, Rio Cuarto, pp. 59-60, 2016.
- [10] Junges, A.H.; Pauletto, H.; Alberti, R.; Hoff, R. e Ducati, J.R. Orbital remote sensing to monitoring vine cycle using vegetation index in Campanha region, Rio Grande do Sul State, Brazil. Anais do 20th GiESCO International Meeting, GIESCO, Mendoza, pp. 826-830, 2017.
- [11] Sugawara, L. M.; Rudorff, B.F.T; Adami, M. Viabilidade de uso de imagens do Landsat em mapeamento de área cultivada com soja no Estado do Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43, 12, pp. 1777-1783, 2008.
- [12] Junges, A.H.; Fontana, D.C.; Anzanello, R. e Bremm, C. Normalized difference vegetation index obtained by ground-based remote sensing to characterize vine cycle in Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v.41, n., pp. 543-553, 2017.
- [13] Mandelli, F.; Miele, A. e Tonietto, J. Uva em clima temperado. In: Monteiro, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos. INMET, Brasília, pp. 505-515, 2009.