

Uso do índice NDRE na cultura do trigo

Vinicius Bittencourt Almagro da Silva^{*}; Helton Aparecido Rosa¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{*}viniciusbittencourtalmagro@outlook.com

Resumo: O trigo (*Triticum*), uma das culturas mais semeadas no mundo, que ocupa primeiro lugar em volume de produção. No Brasil, a agricultura de precisão iniciou-se por volta dos anos 90, e a partir desse momento ocorreu evolução. Uma ferramenta utilizada para a obtenção de dados é o sensoriamento. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) se destaca por relacionar parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, já o índice de borda vermelha com diferença normalizada (NDRE), fornece análises melhores dos estádios fenológicos, possibilitando medir mais fundo no dossel. O trabalho foi realizado na fazenda escola, CEDETEC no centro universitário da Fundação Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel PR, durante o ciclo da cultura do trigo que foi semeado em meados do mês de abril. Foram utilizadas imagens baixadas pelo site LandViewer e a utilização do QGIS. Conclui-se com esse trabalho, utilizando os índices de vegetação NDRE, facilitou o acompanhamento da cultura do trigo, assim podendo visualizar os resultados, que apresentaram variação com o passar dos dias, ocorrendo o aumento e a diminuição do pico vegetativo da cultura, assim facilitando uma tomada de decisão para momento exato de se fazer a aplicação de nutrientes.

Palavras-chave: Agricultura de precisão; sensoriamento remoto; estádios fenológicos.

Use of the NDRE index in wheat

Abstract: Wheat (*Triticum*), one of the most sown crops in the world, which occupies the first place in the production volume. In Brazil, precision agriculture started around the 90s, and from that moment on, there was an evolution. A tool used for obtaining data is sensing. The index of vegetation by normalized difference (NDVI) stands out for relating biophysical parameters of the vegetation cover, whereas the index of red edge with normalized difference (NDRE), better distributions of phenological stages, making it possible to measure deeper in the canopy. The work was carried out at the school farm, CEDETEC, at the university center of the Assis Gurgacz Foundation, located in the municipality of Cascavel PR, during the wheat crop cycle that was sown in April. Images downloaded from the LandViewer website were used and the use of QGIS. It concludes with this work, using the NDRE vegetation indices, facilitated the monitoring of the wheat culture, thus being able to visualize the results, which showed variation with the passing of days, occurring the increase and decrease of the vegetative peak of the culture, as well facilitating a decision making for the exact moment to apply nutrients.

Keywords: Precision agriculture; remote sensing; phenological stages.

Introdução

O trigo (*Triticum*), pertence à família Poaceae, apresenta múltiplos propósitos e ocupa o segundo lugar em termos de consumo e produção mundial (USDA, 2019).

A demanda anual do Brasil é de 12 milhões de toneladas, produzindo 5,80 Milhões de toneladas, (SILVA *et al.*, 2017).

Pôr conta da baixa rentabilidade, e o risco durante o ciclo, por ser muito suscetível a doenças, vêm ocorrendo a perda de implantação, para cultivos de outras demais culturas, assim tendo que realizar a importação de mais da metade do produto que é consumido (MINGOTI *et al.*, 2014).

A agricultura vem se modernizando e passando por várias transformações nas últimas décadas, assim se tornando uma atividade com elevada competitividade, com grandes exigências no agronegócio, assim ocorrendo a busca de ampliação da capacidade de gerenciar os produtores rurais, fazendo com que elevem o seu grau de especialização (NUNES, 2016).

A agricultura de precisão (AP), no Brasil, teve início nos anos 90 por meios de receptores agrícolas - Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS - *Global Navigation Satellite System*). A partir desse momento foram criados novos equipamentos, para a obter dados georreferenciados, assim podendo utilizá-los nas lavouras. A agricultura de precisão teve desenvolvimento, a partir de projetos ligados a produção agrícola, no ano de 2000. Indústrias se desenvolveram e inovaram, máquinas com sistema de georreferenciamento, pilotos automáticos, monitores de rendimentos, entre outros (INAMASU *et al.*, 2011; INAMASU e BERNARDI, 2014).

Sensoriamento remoto (SR) é uma ferramenta que facilita a obtenção de dados para estudos, sendo realizada a distância, assim facilitando e reduzindo custos comparados aos estudos que envolvem trabalho de levantamento a campo. Arelado ao Geoprocessamento e aos Sistemas de Informação Geográficos (SIGs), é um campo da ciência que é chamado de geotecnologias, que gera dados com resultados promissores. Essas ferramentas são capazes de auxiliar no momento exato de tomar decisões relativas aos estudos feitos (CICCONET, 2017), através da detecção de diferenças na refletância, sobre a cobertura vegetal (RIBEIRO, 2016).

O sensoriamento remoto utilizado na agricultura é de fundamental importância, permitindo monitorar alguns parâmetros biofísicos de culturas agrícolas, avaliando a área de plantio, ciclos fonológicos, déficit hídricos e nutrientes na área foliar, assim como a variabilidade da vegetação durante o ano (DEMATTE *et al.*, 2017).

Os índices de Vegetação tais como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) e Índice

de Área Foliar (IAF) são ferramentas apuradas para o estudo da cobertura vegetal, permitindo avaliar o grau de modificação da paisagem (JENSEN, 2009).

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) se destaca pelo relacionamento dos parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, inferindo diretamente sobre fatores ambientais (PONZONI *et al.*, 2012). O índice de borda vermelha com diferença normalizada (NDRE) é capaz de fornecer uma análise melhor dos estádios fenológicos da cultura implantada na área, assim possibilitando medir mais o fundo no dossel do que o NDVI (TAIPALE, 2018).

Assim como NDVI, o NDRE (Normalized Difference Red Edge), é formado pela combinação de duas frequências, distintas de luz, ou seja, pela divisão da soma das faixas de absorção de luz vermelha (~ 720 nm) e a banda que é altamente reflexiva do infravermelho próximo (~ 760 nm). Região de comprimento de onda, que é mais conhecida por “red edge”. (BERNARDI *et al.*, 2014).

Uma das maiores vantagens da utilização do NDRE, é que ele é capaz de medir a fundo o dossel das plantas, e também pelo fato de ser menos propenso a saturação. Desta forma, consegue fornecer uma resposta melhor, quando se trata de culturas que são permanentes ou de estágio posterior, assim sendo possível, às vezes, realizar e apresentar uma medição de melhor que o NDVI (TAIPALE, 2018).

Assim, o trabalho tem como objetivo verificar os dados do índice NDRE obtidos por imagens de satélite, durante a cultura do trigo em diferentes estádios fenológicos.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Escola, CEDETEC no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel PR, sendo realizado o monitoramento de uma área de aproximadamente 14 hectares. Durante o ciclo da cultura do trigo que foi semeado no dia 19 de maio de 2020, e realizado a colheita no dia 13 de setembro de 2020, utilizou-se dados do satélite sentinel-2, que possui 13 bandas, sendo 4 delas visíveis e no infravermelho, 6 bandas no “red edge” e infravermelho de ondas curtas e 3 bandas de correção atmosférica, que projeta uma emissão de imagens multiespectral, assim coletando dados sobre a vegetação terrestre e, obtendo imagens infravermelho próximo e Red edge, sendo utilizado a banda B08, com resolução de 10m, e no Red Edge com resolução de 20 m, e a utilização da banda B05. O download foi realizado no Site Landviewer, e os processamentos foram realizados no Software livre QGIS versão 3.12. Após a obtenção dos dados foram

calculados os índices de vegetação *Normalized Difference Red Edge Index* (NDRE), conforme (Equação 1)

$$NDRE = \frac{(NIR - RE)}{(NIR + RE)} \quad (1)$$

Onde:

NIR: Reflectância no infravermelho próximo (nm).

RE: Reflectância na banda do Red-Edge (nm).

Foram realizadas análises de estatística descritiva, e mapas gerados para a obtenção dos dados da pesquisa, e utilizando do Excel.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 apresenta-se a estatística descritiva do índice NDRE para as diferentes datas ao longo do ciclo da cultura do trigo.

Tabela 1 - Estatística descritiva do índice NDRE para diferentes períodos da cultura do trigo.

Datas NDRE	24/jun	04/jul	19/jul	03/ago	12/set
Mínimo	0,246	0,354	0,418	0,415	-0,018
Máximo	0,709	0,742	0,770	0,756	0,193
Média	0,608	0,685	0,725	0,705	0,113
DP	0,051	0,044	0,038	0,036	0,019
CV	8,461	6,356	5,296	5,109	16,774

DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação (%)

Ao longo do ciclo da cultura do trigo, foi observado que ocorreu diferença sobre a cobertura vegetal, durante os dias 24 de junho á dia 12 de setembro, porém ocorrendo o pico vegetativo da cultura, na data de 19 de julho, e logo em seguida ocorreu à diminuição, devido a cultura estar em fase de maturação, observa-se que nas datas de 12 de setembro o valor mínimo ficou negativo devido a cultura estar próxima a época de colheita.

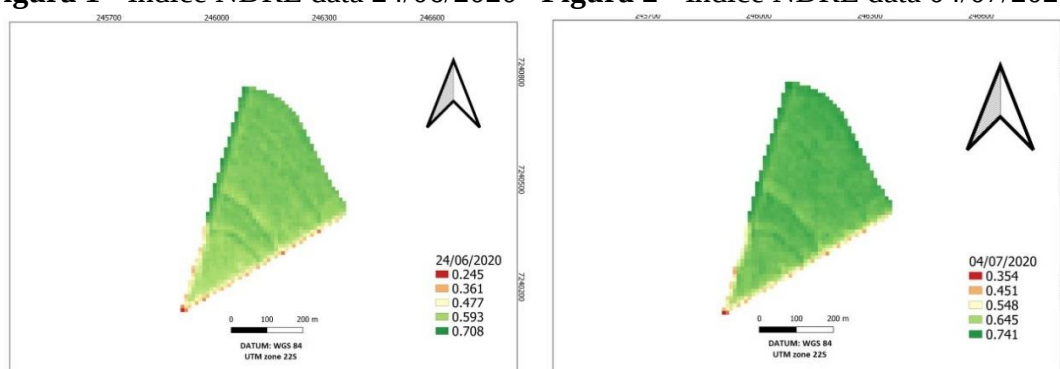
O CV Coeficiente de variação, segundo Pimentel Gomes (1985), dá uma ideia e precisão do experimento, tendo-se por base os coeficientes encontrados, que são classificados em baixos, quando menores que 10%, médios quando são de 10 a 20%, altos quando são de 20 a 30 % , e muito altos quando representam um valor maior do que 30%, observa-se que no trabalho, ocorre uma diferença no coeficiente de variação, nos dias 24 de junho a 12 de setembro se mantendo em nível baixo e os demais dias em nível médio.

As imagens referem-se aos perfis temporais de NDRE que foram obtidos a partir de uma coleta realizada, via satélite, de uma área de produção agrícola de trigo.

As figuras elaboradas a partir do NDRE mostram-se claramente a presença de variação de cobertura vegetal

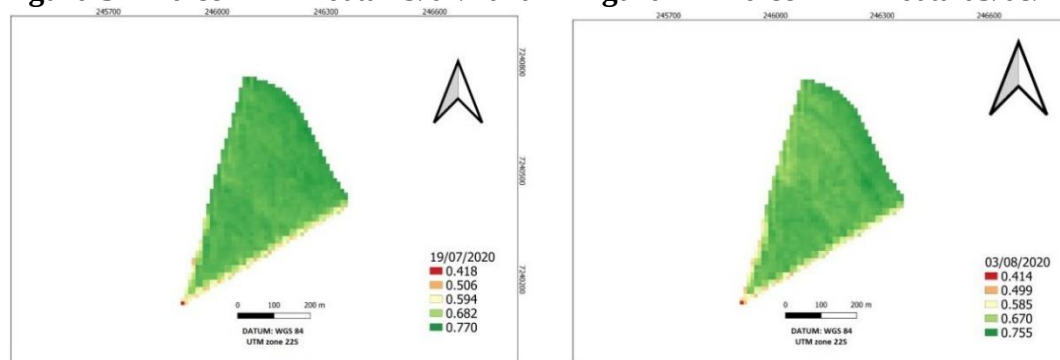
A figura 5 apresenta-se com um nível inferior a presença de vegetação, devido a maturação fisiológica, e se aproximando da época da colheita, comparando-se com as figuras 1,2,3 e 4. O NDRE atingiu o valor máximo na fase vegetativa, representado na figura 3 sendo próximo a 0,770,

Figura 1 - Índice NDRE data 24/06/2020 **Figura 2 - Índice NDRE data 04/07/2020**



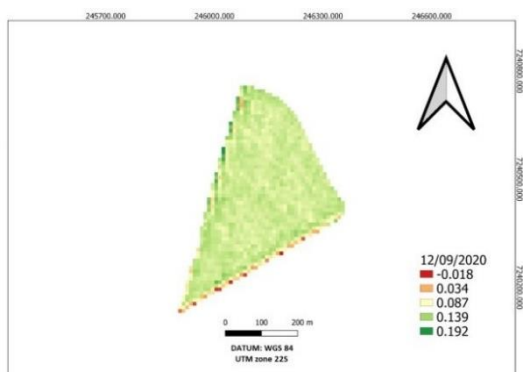
Fonte: Autor, 2020

Figura 3 - Índice NDRE data 19/07/2020 **Figura 4 - Índice NDRE data 03/08/2020**



Fonte: Autor, 2020

Figura 5 - Índice NDRE data 12/09/2020



Fonte: Autor, 2020

A cultura do trigo, mostrou que os valores dos índices ficaram próximos a 0,650, no início da cultura, e se estabilizando, atingindo o valor Máximo em torno dos 0,750.

Com a maturação fisiológica os valores tendem a cair, decrescendo em função da senescência. Cattani (2018), utilizou o índice NDRE na cultura do trigo e observou-se na cultura o maior valor no coeficiente de variação de 45.20, apresentaram características de saturação aos 47 e a 80 dias após as semeaduras. Blosfeld (2018) fez a utilização do índice de vegetação NDRE na cultura do milho para comparação de produtividade com a cultura do milho no ano de 2017, realizando a observação do coeficiente de variação em análise descritiva de 5,4 no ano de 2017, e encontrando no ano de 2018 um coeficiente de variação de 4,9%.

Conclusão

Conclui-se com esse trabalho, utilizando os índices de vegetação NDRE, facilitou o acompanhamento da cultura do trigo, assim podendo visualizar os resultados, que apresentaram variação com o passar dos dias, ocorrendo o aumento e a diminuição do pico vegetativo da cultura, assim facilitando uma tomada de decisão para momento exato de se fazer a aplicação de nutrientes.

Referências

BERNARDI, A. C. C.; CAMPANA, M.; BETTIOL, G. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; INAMASU, R. Y.; RABELLO, L. M. **Variabilidade de propriedades do solo, índices de vegetação e produtividade de pastagem sob manejo intensivo**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014.

BLOSFELD, L. H. **Correlação linear entre os índices de vegetação NDVI e NDRE com a produtividade do milho segunda safra**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT.

CATTANI, C. E. V. **Dinâmica espectro-temporal do trigo e do feijão por meio de dados espectrais multisensor**. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR.

CICCONET, N. **Mapeamento das áreas de ocorrência de infestação do Eragrostis Plana Nees (capimannoni) com sensoriamento remoto**: estudo de caso em Santana do Livramento/RS/Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

DEMATTÊ, J. A. M.; SAYÃO, V. M.; RIZZO, R.; FONGARO, C. T. Soil class and attribute dynamics and their relationship with natural vegetation based on satellite remote sensing. **Geoderma**, v. 302, p. 39-51, 2017.

ENGESAT. **Sentinel-2**. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/sentinel-2/>. Acesso em: 10 maio 2020.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: ESALQ/USP, 1985. 467p.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. Agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão**: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 21-33.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; QUEIROS, L. R.; RESENDE, A. V.; VILELA, M. F.; JORGE, L. A. C.; BASSOI, L. H.; PEREZ, N. B.; FRAGALLE, E. P. Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). **Agricultura de precisão**: um novo olhar. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 14-26.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Trad. José Carlos Neves Epiphanyo *et al.* São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. 244 p.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. **Produção potencial de trigo no Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 05 fev. 2014. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96563/1/SGTE-Informativo-02.pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.

NUNES, J. L. S. **Agricultura de precisão**. 12 set. 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/agricultura-de-precisao_361504.html. Acesso em: 05 maio 2020.

PONZONI, J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. atual. ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

RIBEIRO, C. **Drones, índices de vegetação e tomada de decisão na agricultura**. 29 ago. 2016. Disponível em: <http://sensix.com.br/2016/08/29/drones-indices-de-vegetacao-e-a-tomada-de-decisao-na-agricultura/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

SILVA, S. R.; BASSOI, M. C.; FOLONI, J. S. S. **Informações técnicas para trigo e triticale, Safra-2017**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2017. 241 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155787/1/Informacoes-Tecnicas-para-Trigo-e-Triticale-Safra-2017-OL.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

TAIPALE, E. **NDVI vs. NDRE: what's the difference?** 01 maio 2018. Disponível em: <https://sentera.com/ndvi-vs-ndre-whats-difference/>. Acesso em: 07 maio 2020.

USDA. **U.S. all-wheat 2019/20 production and carryout forecast to exceed 2018/19 estimates**. 2019. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/93090/whs-19e.pdf?v=4401.4>. Acesso em: 07 maio 2020.