

CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS PLANTAS DE TRIGO

MARIA EDUARDA ZANINI¹, ISAQUE DE SOUZA MENDES², SAMUEL KUHL³,
DIANDRA GANASCINI DONATO⁴, ERIVELTO MERCANTE⁵

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste, Cascavel-PR, maria.zanini1@unioeste.br.

² Eng. Ambiental, Doutorando Eng. Agrícola-PGEAGRI, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste, Cascavel-PR.

³ Eng. Agrícola, Mestrando Eng. Agrícola-PGEAGRI, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste, Cascavel - PR.

⁴ Dra. Eng. Agrícola, Pós-Doc Eng. Agrícola-PGEAGRI, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste, Cascavel-PR.

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste, Cascavel-PR.

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: Cultivos agrícolas anuais, como é o caso do trigo, necessitam de um controle severo para que não haja queda de produtividade e da qualidade dos grãos, porém devido seu curto ciclo de produção qualquer problema deve ser identificado e corrigido rapidamente. O sensoriamento remoto, como ferramenta da agricultura de precisão, se apresenta como uma forma substituta à coleta manual de dados, propiciando rapidez na obtenção de informações. Uma das formas de sua aplicação consiste na estimativa das características físico-químicas das plantas, de forma indireta, por meio dos índices de vegetação derivados de imagens, portanto, obtendo indiretamente informações acerca da saúde das plantas, garantindo que haja tempo hábil na tomada de decisão. A fim de utilizar equipamentos comerciais de baixo custo, os drones com sensor RGB, este trabalho objetiva a identificação das correlações entre características físico-químicas das plantas de trigo e os índices de vegetação do espectro visível.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, drones, RGB

CORRELATION BETWEEN PLANT IMAGES AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT PLANTS

ABSTRACT: Annual agricultural crops, such as wheat, require severe control so that there is no drop in productivity and grain quality, but due to its short production cycle, any problem and corrected quickly. Remote sensing, as a precision agriculture tool, present itself as a substitute for manual data collection, providing speed in obtaining information. One of the ways of its application consists in the estimation of the physicochemical characteristics of the plants, indirectly, through the vegetation indices derived from images, therefore, indirectly obtaining information about the health of the plants, guaranteeing that there is enough time in the taking of decision. In order to use low-cost commercial equipment, drones with as RGB sensor, this work aims to identify the correlation between physicochemical characteristics of wheat plants and the vegetation indices of the visible spectrum.

KEYWORDS: Remote sensing, drones, RGB

INTRODUÇÃO: O trigo *Triticum* spp. é um dos três principais grãos no mundo, junto com o arroz e milho. Segundo FAO (2018) o uso global de trigo em 2018/19 está estimado em 741,1 milhões de toneladas, sendo 509 milhões de toneladas para consumo humano direto, ou seja, 66,7 kg por ano de consumo médio per capita, permanecendo na ordem de 60 kg nos países em desenvolvimento e 95 kg nos países desenvolvidos. Para a determinação de características das plantas, devem ser realizados testes laboratoriais, demandando mão de obra, tempo para realização dos testes e amostragem destrutiva de plantas. Como forma de acelerar este processo e não necessitar da coleta destrutiva de amostras, pode-se correlacionar estes parâmetros com índices de vegetação derivados de imagens feitas por sensores que captam faixas da radiação eletromagnética refletidas e emitidas pelo alvo, e transformam em dados (Haboudane et al., 2008). Pensando em fácil acesso e baixo custo, é possível utilizar drones comerciais com seus sensores padrão, que em sua maioria são sensores que captam apenas a fração visível do espectro eletromagnético, ou seja, vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue), também conhecidos como sensores RGB. Dessa forma, é necessário que sejam estabelecidos os índices de vegetação que melhor se correlacionem com as características físico-químicas das plantas, de modo que esta tecnologia seja capaz de identificar possíveis problemas, possibilitando a sua correção em tempo hábil e conseqüente aumento da produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS: A coleta dos dados foi realizada em lavoura comercial situada no município de Céu Azul, no Paraná (25° 06' 33" S, 53° 49' 56" W e altitude média de 662 m), com área de aproximadamente 20 ha, na safra de trigo do ano 20/21. A coleta das folhas, para análise química foi feita coletando-se 10 folhas do topo de plantas aleatórias em um raio de três metros do ponto amostral, sendo separadas por ponto de coleta e acondicionadas em caixa térmica para transporte até o laboratório. Para a produtividade foi realizada a pesagem das sementes de 1 m² para cada ponto em balança com precisão de 0,01 g. Os valores foram corrigidos para umidade de 13%, tendo o resultado expresso em kg ha⁻¹ (Simidu et al., 2010). A coleta de imagens foi realizada com o conjunto drone DJI Phantom 4 Pro e seu sensor padrão CMOS 1" (DJI®, Shenzhen, China), por meio de voo planejado no aplicativo Drone Deploy (DroneDeploy Inc., Santa Clara, EUA), ocorrendo nos dias 28/06/2020, 31/08/2020 e 10/09/2020. As imagens foram submetidas a processamento no software PIX4Dmapper (PIX4D S.A., Prilly, Suíça) com configuração padrão para gerar ortomosaico, modelo digital de superfície (MDS) e modelo digital de elevação (MDE). Sendo o ortomosaico o produto com interesse principal ao estudo, derivado da junção das imagens sobrepostas e com posição ajustada por meio dos GCP's. A Figura 1 apresenta a localização da área analisada, dos pontos amostrais de coleta manual e pontos de controle no solo (Ground Control Point ou GCP)

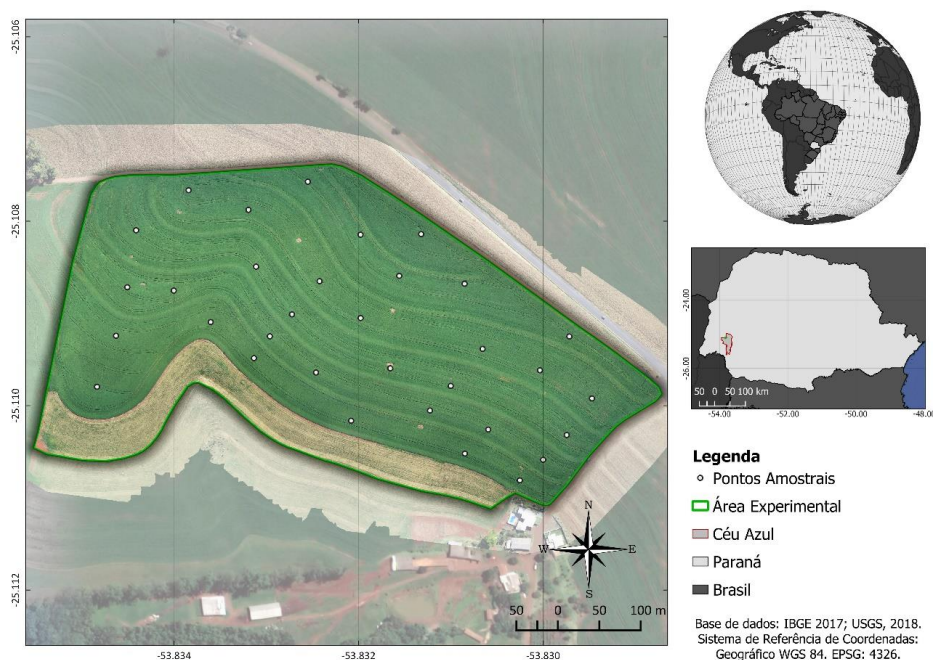


FIGURA 1. Área Experimental.

A análise química da clorofila e carotenoide foi feita pesando-se, em balança analítica, 0,100 g de tecido vegetal, que foram colocados em frascos de vidro com 10 mL de acetona a 80%, por sete dias. A análise de ambas foi feita utilizando-se o espectrofotômetro, que foi lido em 663 nm e 645 nm para clorofila a, b (Viecelli et al., 2010) e 450 nm para carotenoides (Nellis et al., 2017). Para transformação da imagem ortomosaico em índices de vegetação foi realizada a separação de bandas compreendidas pela faixa RGB, ou visível, do espectro por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e de código aberto QGIS (Open Source Geospatial Foundation ONG, Chicago, USA). Os índices utilizados foram derivados do trabalho de revisão sistemática realizado por Freire-Silva et al. (2019), onde os autores fizeram uma varredura nos principais índices ligados a agricultura no espectro RGB. Com as características químicas e os índices de vegetação tabulados por data deu-se início a análise de correlação dos dados por meio software RStudio (RStudio PBC, Boston, EUA) que é um ambiente facilitado de trabalho em linguagem R de código aberto e livre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foram desenvolvidos gráficos do tipo boxplot para a exploração de dados e matrizes de correlação utilizando a correlação de Spearman devido a dados não normais. Com base nas três datas é visto padrões de alta correlação linear dos pigmentos, clorofilas e carotenoide, entre si, fato que pode ser explicado devido clorofila b e carotenoides serem pigmentos fotossintetizantes auxiliares da clorofila a, que é a responsável por realizar a fotossíntese, sendo seus auxiliares capazes de transferir a energia absorvida de outros comprimentos de onda, portanto há um equilíbrio entre suas quantidades de acordo com a espécie fotossintetizante analisada e sua resposta a luz (Streit et al., 2005). Observando a relação entre índices e pigmentos não há qualquer indício de correlação em nenhuma data, assim, indicando que índices RGB não são apropriados para esse tipo de estimativa (Pimentel-Gomes, 2009), levantando a possibilidade de uso de índices que utilizem outros comprimentos de onda. Também não houve correlação entre produtividade e pigmentos. Portanto, não foi possível eleger correlações favoráveis entre índices RGB de vegetação e as características de clorofila, carotenoides e produtividade da cultura do trigo.

CONCLUSÕES: As correlações entre os índices de vegetação derivados do espectro visível RGB e os parâmetros clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e produtividade de plantas de trigo, não foram altas. Foram constatadas alta correlação somente dos índices entre si e, também, dos pigmentos amostrados entre si. Sugere-se que outros estudos sejam realizados, para avaliar a correlação entre índices de vegetação do espectro não visível e as características das plantas de trigo.

AGRADECIMENTOS: Agradeço a UNIOESTE – Cascavel, pela oportunidade, pela Fundação Araucária pelo apoio financeiro para as pesquisas.

REFERÊNCIAS:

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Biannual report on global food markets**, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA0239EN/ca0239en.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

HABOUDANE, D.; TREMBLAY, N.; MILLER, J. R.; VIGNEAULT, P. Remote estimation of crop chlorophyll content using spectral indices derived from hyperspectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 46, n. 2, 423-437, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3205743_Remote_Estimation_of_Crop_Chlorophyll_Content_Using_Spectral_Indices_Derived_From_Hyperspectral_Data. Acesso em: 02. mai. 2021.

NELLIS, S. C.; CORREIA, A. DE F. K.; SPOTO, M. H. F. Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (Sweet Grape) através da aplicação de diferentes solventes. **Brazilian Journal of food technology**, v. 20, e2016156, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S198167232017000100425&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 17 abr. 2020.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), 2009.

SIMIDU, H. M. et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n.2, 309-315, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212010000200018. Acesso em: 12 dez. 2020.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 748-755, jun. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043. Acesso em: 5 mar. 2021.

VIECELLI, C. A.; STANGARLIN J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Indução de resistência em feijoeiro a mancha angular por extratos de micélio de *Pycnoporus sanguineus*. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n.1, 73-80, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052010000100013&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 12 dez. 2020.