

## USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IMAGENS MULTIESPECTRAIS PARA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE E NITROGÊNIO EM FOLHA

Baisch, Jéssica. S<sup>1</sup>, Eugenio, Fernando. C.<sup>2</sup>, Soares, Filipe R. L.<sup>3</sup>, Ruoso, Régis<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluna, Universidade Federal de Santa Maria, 51 993699244, jessica\_baisch@outlook.com

<sup>2</sup>Professor, Universidade Federal de Santa Maria, 27 99635-2266, fernando.eugenio@ufsm.br

<sup>3</sup>Aluno, Universidade Federal de Santa Maria, 31 8693-6168, filipe.rocha90@gmail.com

<sup>4</sup>Aluno, Universidade Federal de Santa Maria, 51 9796-8803, regisruoso@hotmail.com

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Atualmente, a tecnologia faz parte do cotidiano do produtor rural, o uso de equipamentos e dispositivos agrícolas traz a possibilidade de se obter informações mais precisas e assim, melhorar o gerenciamento e as práticas de campo. Dentro do contexto do sensoriamento remoto na agricultura de precisão, destaca-se a utilização sensores multiespectrais de alta resolução acoplado aos Remotely Piloted Aircraft Systems – RPAS. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo identificar a janela de observação ótima do imageamento por RPAS na construção de modelos preditivos baseados em aprendizado de máquina para estimativas indiretas de nitrogênio foliar (Narea) e produtividade da cultura do arroz. O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), no município de Cachoeira do Sul. Utilizou-se a cultivar de arroz Irga 424 RI, o delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, composto por cinco unidades amostrais de 25 m<sup>2</sup>, com quatro repetições, e quatro tratamentos distintos sob administração de diferentes doses de adubação nitrogenada. Os estágios avaliados foram V3 e V7, referente ao estágio vegetativo, e R1, R4 e R7, referentes ao estágio reprodutivo. Ao longo dos cinco estágios foram conduzidos ensaios destrutivos para determinação da concentração de Narea (kg.ha<sup>-1</sup>). Ao final do ciclo, para cada parcela, contabilizou-se também a produtividade da cultura (kg.ha<sup>-1</sup>). Neste contexto conclui-se que há uma grande capacidade da combinação entre o uso de imagens multiespectrais obtidas por RPAS e aprendizado de máquina, tornando uma ferramenta útil para avaliação de rendimento em plantios de arroz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de precisão, UAV, Machine Learning

### ESTIMATING FLOODED RICE GRAIN YIELD AND LEAF NITROGEN CONTENT BASED ON MACHINE LEARNING TECHNIQUES AND REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM IMAGERY

**ABSTRACT:** Currently, technology is part of the daily life of rural producers, the use of agricultural equipment and devices brings the possibility of obtaining more accurate information and, thus, improving management and field practices. Within the context of remote sensing in precision agriculture, we highlight the use of high resolution multispectral sensors coupled to Remotely Piloted Aircraft Systems - RPAS. Given the above, the present

study aimed to identify the optimal observation window for RPAS imaging in the construction of predictive models based on machine learning for indirect estimates of leaf nitrogen (Narea) and rice crop productivity. The study was conducted at the experimental station of the Rio Grandense do Arroz Institute (IRGA), in the municipality of Cachoeira do Sul. The rice cultivar Irga 424 RI was used. The experimental design was conducted in randomized blocks, composed of five sample units, of 25 m<sup>2</sup>, with four replications, and four different treatments under the administration of different doses of nitrogen fertilizer. The evaluated stages were V3 and V7, referring to the vegetative stage, and R1, R4 and R7, referring to the reproductive stage. During the five stages, destructive tests were carried out to determine the Narea concentration (kg.ha<sup>-1</sup>). At the end of the cycle, for each plot, the crop productivity (kg.ha<sup>-1</sup>) was also counted. In this context, it is concluded that there is a great capacity for combining the use of multispectral images obtained by RPAS and machine learning, making it a useful tool for evaluating yield in rice fields.

**KEYWORDS:** Precision agriculture, UAVs, Machine Learning

**INTRODUÇÃO:** O arroz (*Oryza sativa*) é uma das culturas de grãos mais importantes do mundo e serve como alimento básico para mais da metade da população mundial (Cantrell; Reeves, 2002). Com essas altas demandas, a implementação de sistemas de Agricultura de Precisão (AP) é crucial para aumento da produção de maneira produtiva e sustentável. A AP envolve a aplicação de técnicas para identificar variações no campo e lidar com elas usando estratégias alternativas (Zhang et al., 2012), podendo ser conduzidas com diferentes objetivos no sistema de produção e potencializadas quando associada às técnicas de sensoriamento remoto. Neste contexto, os *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS) são plataformas de sensoriamento remoto de baixo custo que têm atraído a atenção de pesquisadores nos últimos anos no campo da AP (Stavrakoudis et al., 2019; Wang et al., 2019). Eles são mais flexíveis do que o sensoriamento remoto via satélite e podem superar a limitação da área de pesquisa das plataformas terrestres (Cen et al. 2019), além de oferecerem outras vantagens como a alta resolução espacial e a rapidez no levantamento dos dados. O objetivo deste trabalho foi identificar a janela de observação ótima do imageamento por RPAS na construção de modelos preditivos baseados em aprendizado de máquina para estimativas indiretas de Nitrogênio foliar e Produtividade da cultura do arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), no município de Cachoeira do Sul. Utilizou-se a cultivar de arroz Irga 424 RI, o delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, composto por cinco unidades amostrais de 25 m<sup>2</sup>, com quatro repetições, e quatro tratamentos distintos sob administração de diferentes doses de adubação nitrogenada. Os estágios avaliados foram V3 e V7, referente ao estágio vegetativo, e R1, R4 e R7, referentes ao estágio reprodutivo. Ao longo dos cinco estágios foram conduzidos ensaios destrutivos para determinação da concentração de Narea (kg.ha<sup>-1</sup>). Ao final do ciclo, para cada parcela, contabilizou-se também a produtividade da cultura (kg.ha<sup>-1</sup>). Em cada um dos estágios supracitados, também foi realizado voos utilizando um RPA multirrotor (Phantom 4 Pro®) embarcado com uma câmera multiespectral (Sequoia®). Posteriormente as imagens foram processadas nos programas Pix4Dmapper® e ArcMap® e gerados os mapas de reflectância: verde, vermelho, vermelho próximo e infravermelho próximo, e também nove índices de vegetação, os treze mapas gerados serviram como variáveis de entrada dos modelos. A seleção do melhor estágio de desenvolvimento foi realizada pelo teste Spearman. O algoritmo Multi Layer Perceptron (MLP) foi utilizado para ajuste dos modelos preditivos, cujo desempenho foi avaliado a nível de treino e teste.

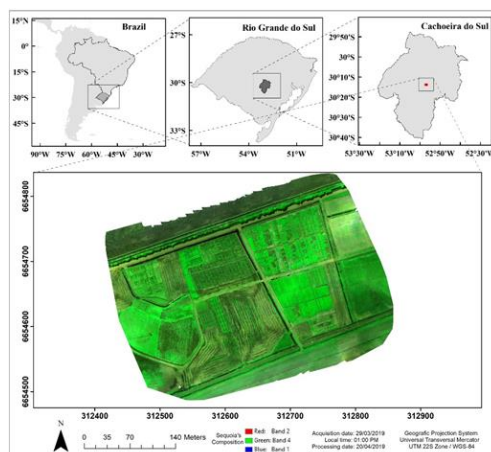


FIGURA 1. Localização da estação experimental do Instituto Rio Grandense de Arroz - IRGA, no município de Cachoeira do Sul, RS.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Teve-se como resultado para a janela ideal de monitoramento de Narea e estimativa de produtividade, o final do período vegetativo (V7) e início do período reprodutivo (R1). Os modelos preditivos MLP gerados apresentaram bons ajustes e capacidade de generalização, alcançando-se para a produtividade indicadores de correlação de 0,89 e 0,96 para treino e teste, respectivamente. Narea apresentou resultados de correlação um pouco mais baixos (0,82 e 0,71 para treino e teste), requerendo, no entanto, uma complexidade menor de variáveis preditivas em sua modelagem.

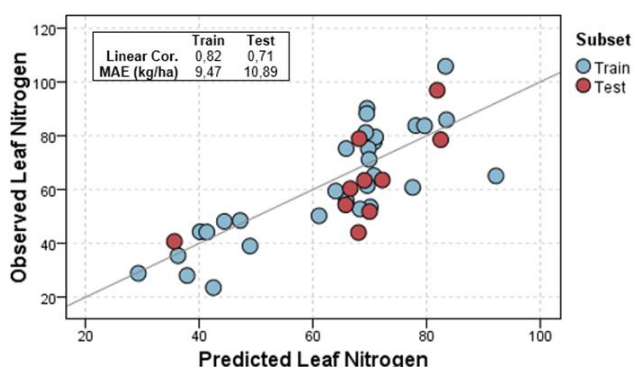


FIGURA 2. Estimativa do Nitrogênio Foliar (N foliar) de Arroz usando o algoritmo de rede neural *MLP* desenvolvido a partir de variáveis de Sensoriamento Remoto RPAS. Relação entre valores preditos e valores observados.

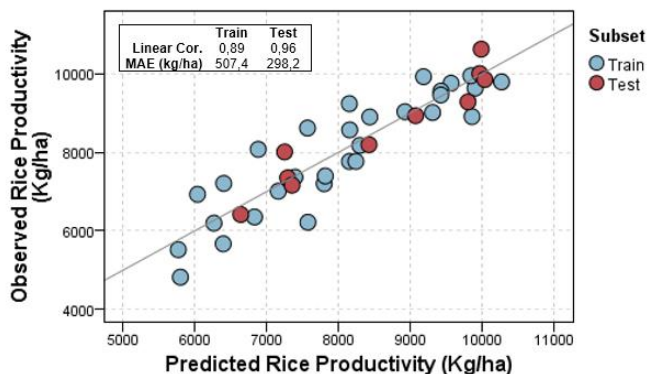


FIGURA 3. Estimativa da Produtividade de Arroz usando o algoritmo de rede neural *MLP* desenvolvido a partir de variáveis de Sensoriamento Remoto RPAS. Relação entre valores preditos e valores observados.

**CONCLUSÕES:** A abordagem metodológica utilizada no presente estudo combinou técnicas de sensoriamento remoto via RPA e técnicas de aprendizado de máquinas para geração de modelos preditivos das variáveis agronômicas Nitrogênio a nível foliar e Produtividade em cultivo de arroz. De modo geral, um bom desempenho dos modelos foi alcançado, com também boa capacidade de generalização. Os resultados da correlação entre as variáveis predictoras (variáveis espectrais) e as variáveis resposta, indicam que para o arroz, a janela ideal de monitoramento encontra-se entre o final do período vegetativo (V7) e início do período reprodutivo (R1), sendo que a seleção destes estágios confirmou uma melhoria nas estimativas via rede neural MLP. A produtividade foi o parâmetro agronômico de maior complexidade para modelagem e obteve correlações de 0,89 e 0,96 para treino e teste. Em contrapartida, as estimativas de nitrogênio foliar obtiveram valores de correlação pouco inferiores, de 0,82 para as amostras de treino e 0,71 para teste. Estes resultados reforçam a grande capacidade da combinação entre sensoriamento remoto via RPAS e aprendizado de máquina em aplicações voltadas à agricultura de precisão, servindo como uma ferramenta útil para avaliação de rendimento em plantios de arroz.

#### **REFERÊNCIAS:**

Cantrell, R. P.; Reeves, T .G. The rice genome—the cereal of the world’s poor takes center stage. *Science*, 296(5565):53, 2002. DOI 10.1126/science.10707 21.

Cen, H.; Wan, L.; Zhu, J.; Li, Y.; Li, X.; Zhu, Y.; Weng, H.; Wu, W.; Yin, W.; Xu, C.; Bao, Y.; Feng, L.; Shou, J.; He, Y. Dynamic monitoring of biomass of rice under different nitrogen treatments using a lightweight UAV with dual image-frame snapshot cameras. *Plant Methods*. 15:32, 2019. DOI: 10.1186/s13007-019-0418-8.

Stavarakoudis, D.; Katsantonis, D.; Kadoglidou, K.; Kalaitzidis, A.; Gitas, I. Z. Estimating Rice Agronomic Traits Using Drone-Collected Multispectral Imagery. *Remote Sens.*, 11(545), 2019. DOI:10.3390/rs11050545.

Wang, F.; Wang, F.; Zhang, Y; Hu, J.; Huang, J.; Xie, J. Rice Yield Estimation Using Parcel-Level Relative Spectral Variables From UAV-Based Hyperspectral Imagery. *Frontiers in Plant Science*, 10, 453, 2019.

Zhang, C.; Kovacs, J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agric*. 13, 693–712, 2012. DOI 10.1007/s11119-012-9274-5.