

APLICAÇÃO DE REDE NEURAL CONVOLUCIONAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTA DANINHA EM IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO

JOÃO PEDRO DOS SANTOS VERÇOSA¹, FLAVIO HENRIQUE DOS SANTOS SILVA², ARTHUR COSTA FALCÃO TAVARES³

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo/AL, (82)99668-2380, joao.vercosa@ceca.ufal.br

² Graduando em Engenharia de Agrimensura, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo /AL.

³ Prof. Dr., Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo /AL.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Sensores remotos que analisam o comportamento espectral permitem monitorar o cultivo da cana-de-açúcar e suas condições de crescimento. O objetivo do trabalho foi detectar e delimitar áreas de plantio de cana de açúcar com alta infestação por ervas daninhas em área localizada no município de Rio Largo, Alagoas. Foi aplicado o algoritmo desenvolvido a partir de uma Rede Neural Convolutiva (CNN) em imagens de sensoriamento remoto (Planetscope), além da fotointerpretação de imageamento por RPA (Aeronave Remotamente Pilotada), para comprovação das áreas classificadas pelo algoritmo como erva daninha. O algoritmo apresentou um valor muito alto de acurácia (96,6%) para identificação das classes erva daninha e cana-de-açúcar. Para quantificação de áreas foram identificados 266,154ha para classe Cana e 128,492ha para Erva Daninha. Dentro da área total analisada, observou-se uma infestação por erva daninha de 32,65% das áreas onde deveriam estar presentes a cana-de-açúcar. O algoritmo obtido a partir do treinamento da CNN, apresentou uma ótima acurácia com imagens de satélite de média resolução (Planetscope), no que se refere a identificação de espécies de ervas daninhas como a *Momordica charantia* L. (melão de são caetano), bastante recorrente na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: RPA; Deep Learning; Planta Invasora.

IDENTIFICATION OF WEED INFESTATION IN SUGARCANE PLANTS USING AERIAL IMAGES AND CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

ABSTRACT: Remote sensors allow to monitor sugarcane cultivation and its growing conditions. The objective of this work was to detect and delimit sugarcane planting areas with high weed infestation in an area located in the municipality of Rio Largo, Alagoas. An algorithm developed from a Convolutional Neural Network (CNN) was applied to remote sensing images (Planetscope), in addition to the photointerpretation of imaging by RPA (Remotely Piloted Aircraft), to confirm areas classified as weeds. The algorithm presented a very high accuracy (96.6%) for identification of weed and sugarcane classes. For areas quantification, the algorithm identified 266.154ha of Cane and 128.492ha of Weed. Within the total area analyzed, was observed a weed infestation of 32.65% of the areas where sugarcane should be present. The algorithm obtained from the CNN training, showed excellent accuracy with medium resolution satellite images (Planetscope), with regard to the identification of weed species such as *Momordica charantia* L. (melão de são caetano), quite a lot recurring in the study area.

KEYWORDS: RPA; Deep Learning; Sugarcane.

INTRODUÇÃO: A cultura da cana-de-açúcar emite diferentes tipos de comportamento espectral ao longo de horários e datas. Sensores que analisam este comportamento permitem monitorar a cana através de séries temporais, objetivando também detectar os seus estágios de crescimento (USEYA; SHENGBO, 2019).

Há métodos que a partir de dados do sensoriamento remoto, como a combinação de bandas espectrais e outros processamentos, podem estimar a Evapotranspiração, obtendo a troca de calor entra superfície terrestre e atmosfera, sendo separados em duas categorias: Estimativa do calor sensível para obter o fluxo de calor latente; e Estimativa da evaporação relativa por meio de um índice (estresse hídrico). (ARAÚJO, 2014)

Veículos Aéreos Não Tripulados VANTs, também conhecidos como Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), têm sido consideradas ótimas ferramentas para a detecção de ervas daninhas. Assim como imagens obtidas por satélites, essas imagens têm sido de grande importância para criar bancos de dados utilizados em CNNs (FERREIRA, 2017).

As CNNs podem ser aplicadas para identificação de espécies de cultivares agrícolas, além de vários tipos de doenças desses cultivares. Um modelo com bom treinamento pode atingir uma acurácia de 99% em um conjunto de amostras testadas (SHOBANA; SUGUNA; YAMUNATHANGAM, 2018).

A partir de um conjunto de dados multiespectrais, com a utilização de um algoritmo de regressão aleatório de floresta utilizado para o aprendizado de máquinas, para seleção específica de dados hiperespectrais abundantes, é possível prever a produção de cana-de-açúcar. (RAHMAN, 2010)

Para o seu reconhecimento as imagens são submetidas a classificação de uma Rede Neural Artificial (RNA) para análises desde a qualidade temática, até a distinção das ervas daninhas (SARTORI; GALO; IMAI, 2009).

O objetivo do trabalho foi classificar áreas de plantio da Usina Santa Clotilde S.A. com grande infestação de ervas daninhas, utilizando CNNs.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo está localizada na mesorregião Leste Alagoana, e abrange os municípios de Atalaia, Flexeiras, Maceió, Marechal Deodoro, Messias, Murici, Rio Largo e Satuba. Representa uma área de 2064,66 km² compreendida entre as coordenadas geográficas de Latitude -9.66625, Longitude -35.7351, a 9° 39' 59" Sul e 35° 44' 6" Oeste (Figura 1). O quadro geográfico desses municípios é dominado pelas culturas da cana-de-açúcar (tabuleiros costeiros e várzeas), do cocô (tabuleiros costeiros, cordões litorâneos e paleofeixes de dunas deltaicas), e por vegetação litorânea (mangue, restinga, terraços fluviais). (CALHEIROS; SILVA; NETO, 2013)

Foram acessadas fontes de dados digitais e georreferenciados, via internet. Além das fontes de dados, foram utilizados os softwares QGIS (versão 3.4.1) e LibreOffice (versão 6.4.3), livres e gratuitos, e o Google Earth PRO, apenas gratuito.

Foi utilizado o Portal de Mapas do para obtenção de arquivo vetorial que representasse os limites oficiais dos municípios para isso (IBGE, 2020), de onde foi baixado o arquivo vetorial (SHP). As imagens aéreas utilizadas nesse estudo foram obtidas através de uma ARP de asa rotativa designada Phantom 4 Advanced da fabricante chinesa DJI. Além disso, também foi empregado imagens PlanetScope Analytic que são disponibilizadas ortorretificadas, com quatro bandas multiespectrais, com resolução espacial de 3 m, foram 2 senas do dia 22/08/2020 e 4 do dia 28/06/2020, adquiridas de forma gratuita, por meio do programa de educação e pesquisa da plataforma Planet.

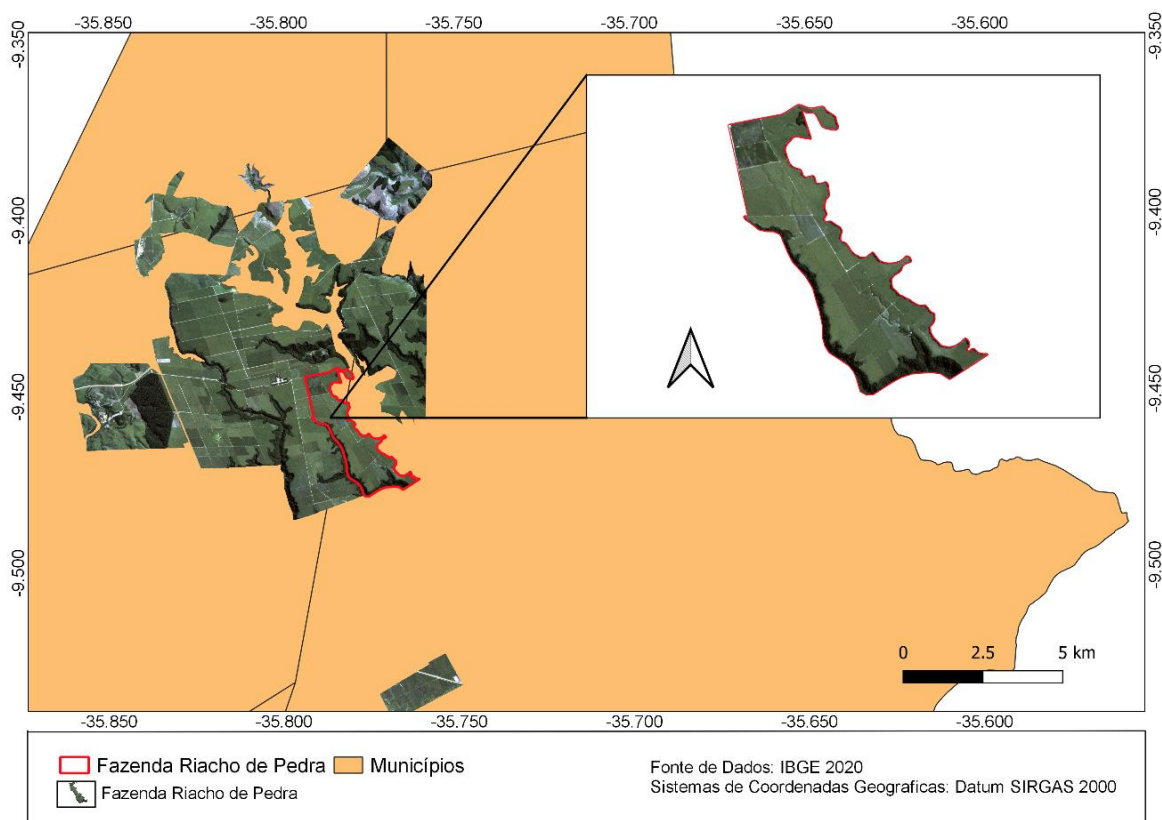


FIGURA 1. Mapa da Área de Estudo. Fonte: Autor, 2021

Após composição do banco de dados, foi realizado o pré-processamento das imagens utilizando o software livre QGIS (versão 3.12), nesta etapa foram feitos os mosaicos com as senas, considerando a data de imageamento do satélite, tendo como resultado dois mosaicos, sendo um para extrair as amostras de treinamento e validação da Rede, e o outro para ser classificado. Em sequência foi utilizado a ferramenta, recortar raster pela extensão do QGIS, para extrair as amostras das classes de interesse (Cana-de-açúcar, Floresta, Erva daninha), do mosaico do dia 22/08/2020. Utilizando a linguagem de programação Python (versão 3.6), e suas bibliotecas de visão computacional (OpenCV, versão 4.1.0.25) e aprendizagem de máquina (Keras, versão 2.2.4 e Tensorflow, versão 1.14) de código aberto, foram desenvolvidos os algoritmos de treinamento e classificação das imagens baseado em técnicas de aprendizagem profunda de máquina. Além disso, também foi desenvolvido um script em Python para fatiar as amostras das classes de interesse em tamanho igual. As amostras das classes de interesse, foram fatiadas utilizando o script, adotando a proporção de 5x5 pixel, como cada imagem tem uma resolução espacial de 3 m, cada amostra resultante equivale a uma área de 225 m². Em seguida as amostras de cada classe foram separadas, utilizando a proporção de 50% para treinamento e 50% para validação do algoritmo de classificação. Posteriormente foi feita a classificação do mosaico referente ao dia 28/06/2020, utilizando o algoritmo de classificação desenvolvido utilizando técnicas de *Deep Learning Instance Segmentation*, em seguida foi realizada a análise dos resultados.

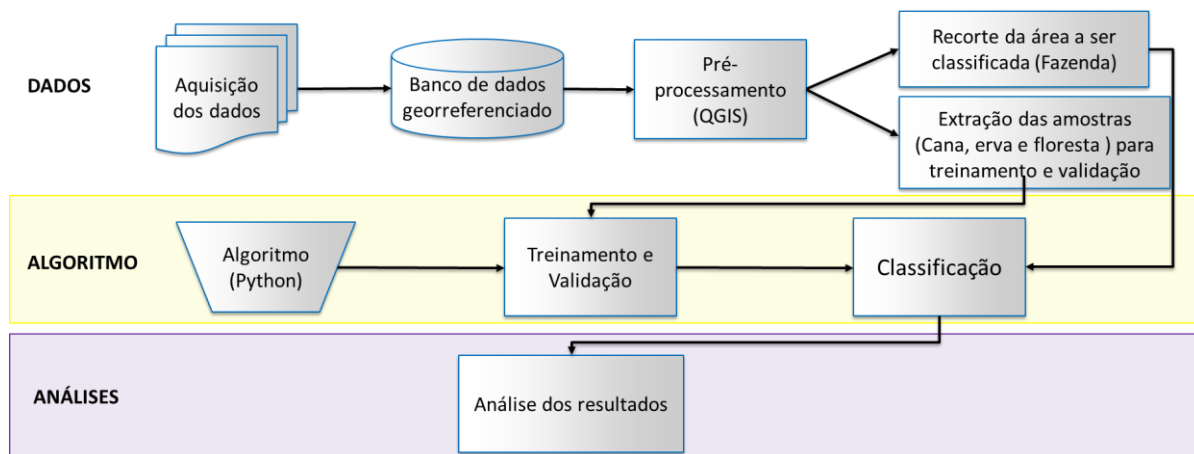


FIGURA 2. Fluxograma das etapas do trabalho. Fonte: Autor, 2021

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O algoritmo desenvolvido a partir do treinamento da CNN, apresentou uma acurácia de 0,9799 (98%), considerado um valor muito alto de acerto. O valor da acurácia juntamente com as estimativas de acertos da matriz confusão validaram o uso do algoritmo para identificação das classes de erva daninha e cana de açúcar (Tabela 1).

TABELA 1. Porcentagem de acertos no treinamento da CNN. Fonte: Autor, 2021.

Acurácia	Matriz Confusão
0,98	[459 0 0 0]
	[40 235 0 0]
	[0 0 218 0]

As áreas classificadas pelo algoritmo foram delimitadas em cor verde claro para cana, vermelho claro para erva daninha e verde escuro para floresta (Figura 3). A partir do ortomosaico com as fotos do RPA, comprovou-se a infestação por erva daninha no talhão (Figura 4).

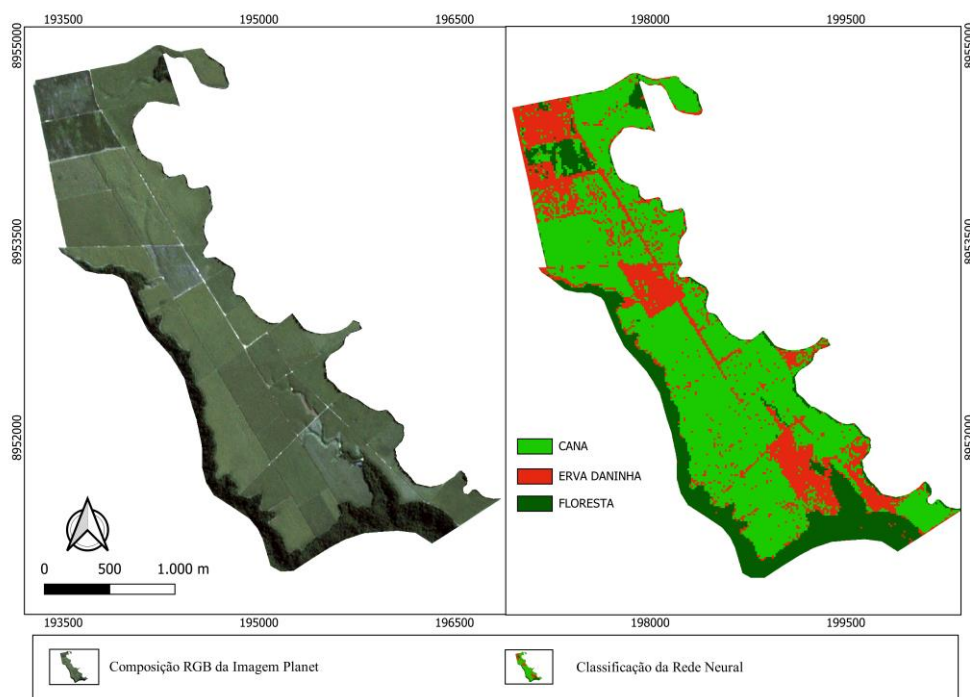


FIGURA 3. Classificação da Rede. Fonte: Autor, 2021

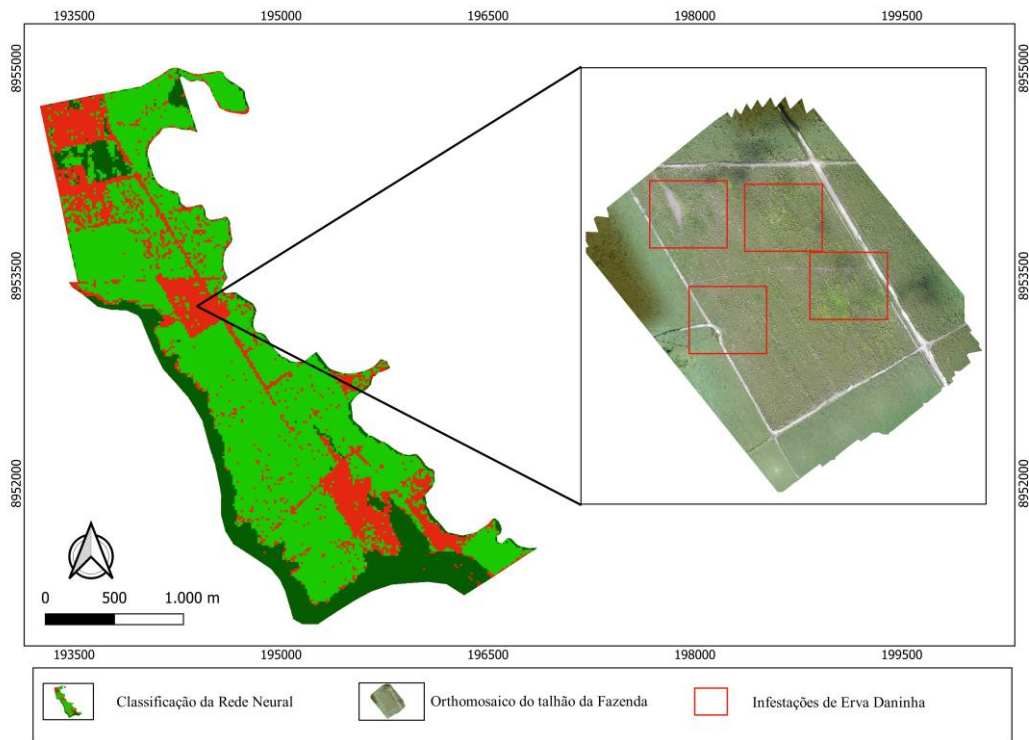


FIGURA 4. Orthomosaico do talhão com infestação de erva daninha. Fonte: Autor, 2021

Foram feitos dois gráficos para analisar a precisão do treinamento da rede. O primeiro gráfico utilizou 50 épocas para obter os valores de acurácia para a validação e treinamento da CNN. Observou-se um aumento dos valores de acurácia a partir da décima época, mantendo uma estabilização entre 95% à 100% e uma queda na época 40, voltando a se estabilizar (Figura 5).

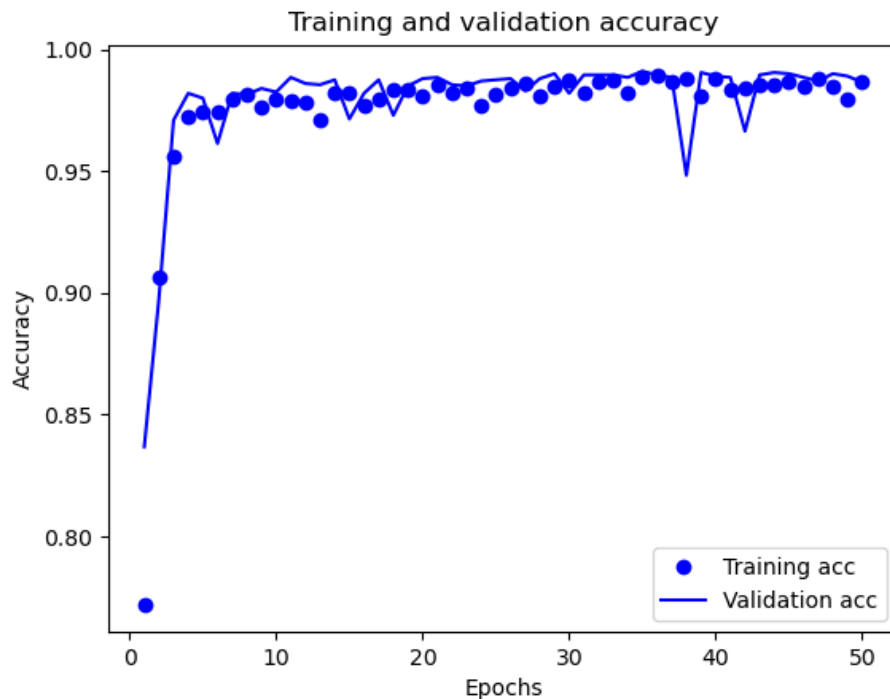


FIGURA 5. Precisão do treinamento e da validação da CNN. Fonte: Autor, 2021

Um outro gráfico feito para a validação da Loss (Figura 6) indicou que os valores que estiveram mais perto de 0 foram os melhores para o aprendizado da rede, assim como, que houve uma alteração durante a época 40 e logo depois voltou a se estabilizar.

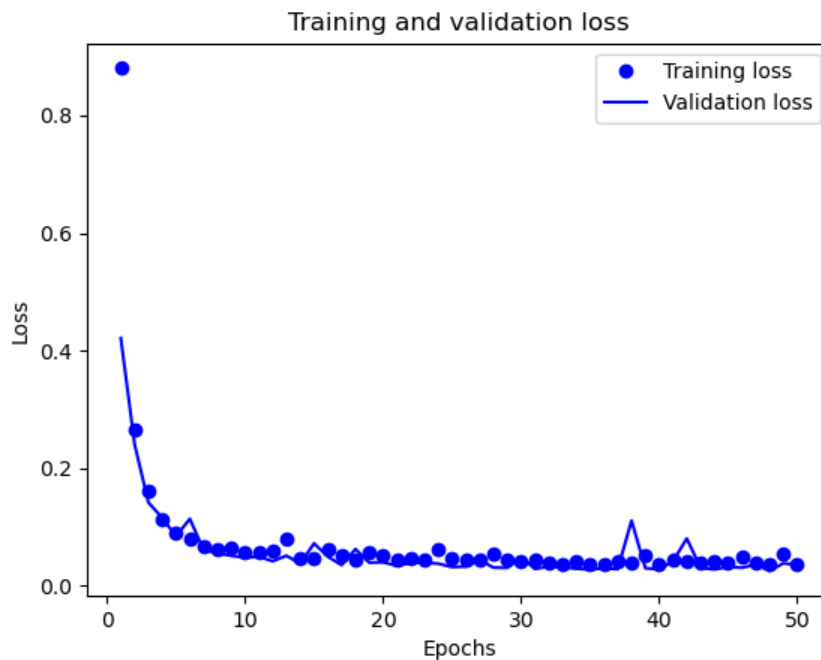


FIGURA 6. Perda do treinamento e da validação da CNN. Fonte: Autor, 2021

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para quantificação de áreas (ha) para delimitação de três classes de uso do solo dentro da Fazenda Riacho de Pedra: 272,542 ha para Cana, 97,792ha para Erva Daninha e Floresta 80,610 ha. Ou seja, detectou-se uma infestação por erva daninha de 21,7% dentro das áreas que deveriam estar cobertas por cana de açúcar.

TABELA 2. Dados de área e porcentagem. Fonte: Autor, 2021.

Classificação	Área (ha)	(%)
Cana	272,542	60,4
Erva Daninha	97,792	21,7
Floresta	80,610	17,9
Total	450,944	

CONCLUSÕES: O algoritmo da Rede Neural Convolutacional, apresentou uma boa acurácia com imagens de média resolução (Satélite PlanetScope), sendo assim bastante promissora para identificação e análise das áreas de plantio de cana-de-açúcar.

Com o apoio dos técnicos da Usina, que comunicaram que a Fazenda Riacho da Pedra apresentava grande infestação de erva daninha, foi possível o imageamento de apenas um talhão o que foi suficiente para subsidiar e confirmar a classificação feita pela rede neural, no que se refere ao alto índice de infestação. A diferenciação e reconhecimento da espécie (*Momordica charantia* L.) se deu pela visita em campo no mesmo dia em que foi realizado o imageamento com o RPA.

Porém, em um trabalho futuro será possível diferenciar as espécies de ervas daninhas com a realização de imageamento em altitudes menores, inclusive com a aplicação da mesma rede neural.

Com relação aos valores de acertos obtidos pelo algoritmo para classificação e delimitação das classes Cana e Erva Daninha, pode-se afirmar que os resultados poderiam ter sido ainda

melhores, inclusive a acurácia do treinamento, se fossem realizados mais imageamentos e levantamentos de campo de acordo com as orientações dos técnicos da Usina, o que ficou inviabilizado por conta da pandemia.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Usina Santa Clotilde pela disponibilização dos dados e permissão para imageamento em sua área de plantio, além do Laboratório de Análises Espaciais e Ambientais (LANESA).

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, A. L. Operacionalização do balanço de energia e evapotranspiração em escala regional com dados de sensores orbitais. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, CAMPINA GRANDE 2014.

FERREIRA, A. D. Redes neurais convolucionais profundas na detecção de plantas daninhas em lavoura de soja. Dissertação (Ciências da Computação) - UFMS, Campo Grande 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal de Mapas do IBGE. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa222130>. Acesso em: 20 Abril. 2020.

RAHMAN, E. M. The potential for using remote sensing to quantify stress in and. thesis (Doctor of Philosophy in Environmental Sciences) - Faculty of Science and Agriculture, Pietermaritzburg 2010.

SARTORI, L. R., GALO, M. B.; IMAI, N. N. Mapeamento de plantas daninhas em cultura de café a partir de imagens multiespectrais de escalas grandes usando redes neurais artificiais. Revista Brasileira de Cartografia, v.61, n.02, p.165-175, 2009.

SHOBANA, G.; SUGUNA, M.; YAMUNATHANGAM D. Identification of Crop Disease by Predictive Analysis in Hadoop Environment. IJPAM, v. 118, n. 18, p. 2805-2809, 2018.

USEYA, J.; SHENGBO, C. Exploring the Potential of Mapping Cropping Patterns on Smallholder Scale Croplands Using Sentinel-1 SAR Data. Chinese Geographical Science, v.29, n.4, 626–639. doi: <https://doi.org/10.1007/s11769-019-1060-0>, 2019.