

1.07.99 - Geociências.

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO REDE NEURAL CONVOLUCIONAL: PROJETO PILOTO S/A USINA CORURIFE AÇÚCAR E ÁLCOOL, MUNICÍPIO DE CORURIFE/AL.

Flávio H. S. Silva^{1*}, João P. S. Verçosa², Arthur C. F. Tavares³, João C. V. V. Albuquerque⁴, Christopher H. Scheibel⁵

1;2;4;5. Estudante do Centro de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL)

3. Professor do CECA-UFAL – Curso de Engenharia de Agrimensura/Orientador

Resumo

O objetivo do trabalho foi desenvolver um algoritmo utilizando uma Rede Neural Convolutiva para classificar e delimitar automaticamente áreas com plantio de cana-de-açúcar em Coruripe/AL, a partir de imagens do satélite Landsat. Utilizou-se o software Qgis para recorte das imagens e cálculo de área da classe Cana em 2018, e Python, OpenCV, Keras e Tensorflow para desenvolver algoritmo de treinamento e classificação das imagens. O algoritmo classificou com amostras apenas de 2018 delimitando 172,65km² de classe Cana e 71,71km² de Não Cana. Já para classificação utilizando as amostras de 1986 + 2018 delimitou 155,95km² de classe Cana e 88,41km² como Não Cana. O algoritmo pode melhorar sua acurácia com informações sobre os cana recém-colhida, recém-plantada ou em estágio de preparo do solo, assim como os valores das áreas (km²) a partir da suavização e precisão das bordas que delimitam os polígonos da classe Cana.

Palavras-chave: *Deep Learning*; Classificação Automática; Sensoriamento Remoto.

Apoio financeiro: UFAL

Trabalho selecionado para a JNIC: CECA/UFAL

Introdução

A cana de açúcar tem importante função e impacto na economia mundial e, para chegar a isso, conta com fatores importantes como a adoção de práticas agrícolas de precisão, planejamento, cronogramas de moagem e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), algoritmos e geotecnologias para aumentar sua produtividade (RAHMAN, 2010; JAMIL, AHMED; SAJJAD, 2018; YAWSON; ADU; OSEI, 2018).

O sensoriamento remoto é uma ferramenta eficaz para gerenciamento e monitoramento de culturas agrícolas, pois possibilita obter dados de qualquer lugar, desde grandes ou pequenas áreas. Além disso, tem sido muito útil para gerar informações sobre as áreas agrícolas, desde o monitoramento até prevenção de mudanças climáticas (USEYA; SHENGBO, 2019).

Kamilaris e Prenafeta-Boldú, (2018) obtiveram alta precisão nos resultados utilizando a rede neural para manejo agrícola, comparados com outras técnicas de classificação. Para isso foi necessário que o banco de dados oriundos de imagens de sensoriamento remoto estivesse organizado de maneira hierárquica, e fosse respeitada a sequência das etapas: seleção dos dados brutos, treinamento, validação e classificação (YALOVEHA, HLAVCHEVA; PODOROZHNIK, 2019).

Para o treinamento da rede neural, é necessário ter uma boa organização de dados já que suas aplicações incluem a construção de relações empíricas complexas para recuperar variáveis de culturas agrícolas, e de emuladores de modelos. Apesar de ser uma técnica para classificação e precisão de dados, a rede neural é limitada pelo seu banco de dados, que deve ter variabilidade espacial e temporal (WEISSA; JACOB; DUVEILLER, 2020; ZHANG, Q. *et al.*, 2018).

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é utilizar técnicas de Rede Neural para quantificar e classificar áreas com plantio de cana-de-açúcar no município de Coruripe/AL a partir de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8.

Metodologia

O município de Coruripe, está localizado no litoral norte do estado de Alagoas, há 91 km da capital Maceió, entre as coordenadas geográficas 10° 08' 01" S e 36° 10' 34"W, sua altitude varia de 50 a 60m estendendo-se por 897,780 km², apresenta uma população de 52.130 habitantes e densidade demográfica de 56,77 habitantes por km² (IBGE, 2019).

A base de dados deste trabalho foi composta por imagens do satélite *Land Remote Sensing Satellite (Landsat)*, sendo selecionada uma imagem Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper – TM*) de 1986, e outra Landsat 8 (sensor *Operational Land Imager – OLI*) de 2018. As imagens são do mês de maio, com cobertura

máxima de 10% de nuvens, órbita 214, ponto 67, e foram baixadas gratuitamente do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A base de dados ainda contou com informações no formato vetorial (.SHP) do município de Coruripe/AL e dos talhões de cana-de-açúcar da Usina Coruripe.

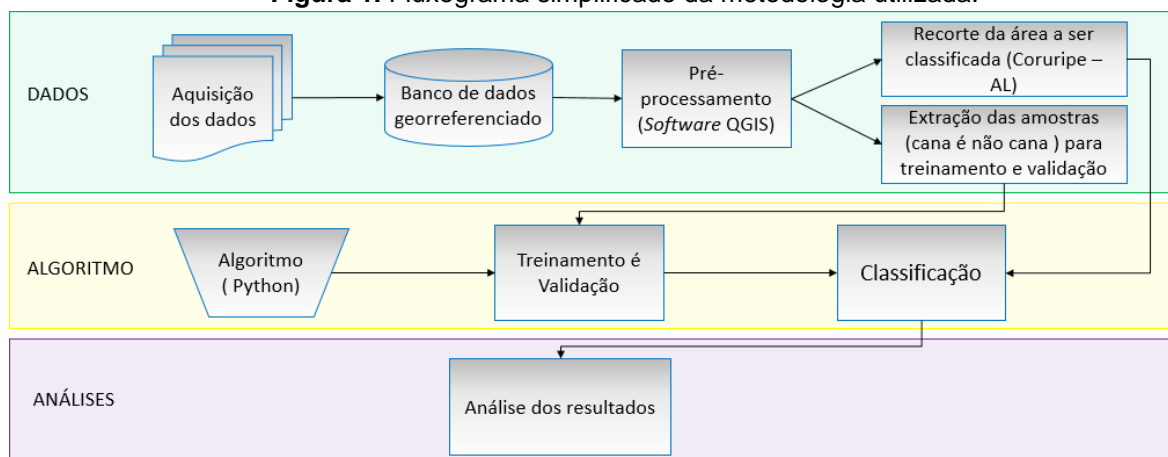
Com o software livre Qgis (versão Noosa 3.6.1), foi realizado o pré-processamento digital das imagens, como a correção geométrica da imagem Landsat 5, e posteriormente, o recorte das imagens processadas a partir do arquivo vetorial do município de Coruripe/AL, assim como, a partir do arquivo vetorial disponibilizado pelo setor de Geoprocessamento da Usina Coruripe, com todos os talhões de Cana em 2018. A partir dos recortes foi possível analisar os resultados obtidos pelo algoritmo para identificação e delimitação das áreas de Cana e Não Cana de Coruripe/AL.

Utilizando a linguagem de programação Python (versão 3.6) e as bibliotecas OpenCV (versão 4.1.0.25) para visão computacional, Keras (versão 2.2.4) para aprendizagem de máquina e Tensorflow (versão 1.14) para desenvolvimento de redes neurais, ambas de código fonte aberto, foram desenvolvidos os algoritmos de treinamento e classificação das imagens Landsat baseados em técnicas de aprendizagem profunda de máquina. Também foi desenvolvido um *script* em Python para fatiar as imagens em pequenas amostras para treinamento.

O fatiamento das imagens foi fixado na proporção de 5x5 pixels para cada amostra resultante, o que equivale a uma área territorial de 22,5 km². As amostras foram selecionadas manualmente e separadas em dois grupos, cana e não cana, utilizando a proporção de 70% do total de amostras para treinamento e 30% para validação do algoritmo de classificação. Em seguida, foram realizados três treinamentos do algoritmo da rede neural sendo o primeiro utilizando apenas amostras de 1986, o segundo apenas amostras de 2018 e o terceiro misturando amostras de 1986 e de 2018. Desses treinamentos foram gerados, também, três modelos que serviram para classificar as áreas como cana e não cana e delimitá-las a partir das imagens Landsat 5 (1986) e Landsat 8 (2018).

Segue abaixo o fluxograma das etapas realizadas no desenvolvimento da pesquisa (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma simplificado da metodologia utilizada.



Fonte: Autor, 2019.

Resultados e Discussão

O algoritmo desenvolvido apresentou alguns parâmetros, que serviram para avaliar a qualidade do treinamento, dentre os quais está a Acurácia que representa a precisão e exatidão, ou seja, quanto mais próximo de 1 ou 100%, mais acurado foi o treinamento. Outra informação importante para validar a classificação foi a Matriz Confusão, que apresentou a capacidade do algoritmo para diferenciar as classes Cana e Não Cana. Além disso também foi calculado o índice Kappa, que é utilizado como medida de concordância entre a classe real e prevista, adotada para estimativa da exatidão, quanto mais próximo de 1 melhor o índice, veja tabela 1, que apresenta a acurácia e índice Kappa para os dois classificadores.

Tabela 1 – Porcentagem de acertos no treinamento do algoritmo.

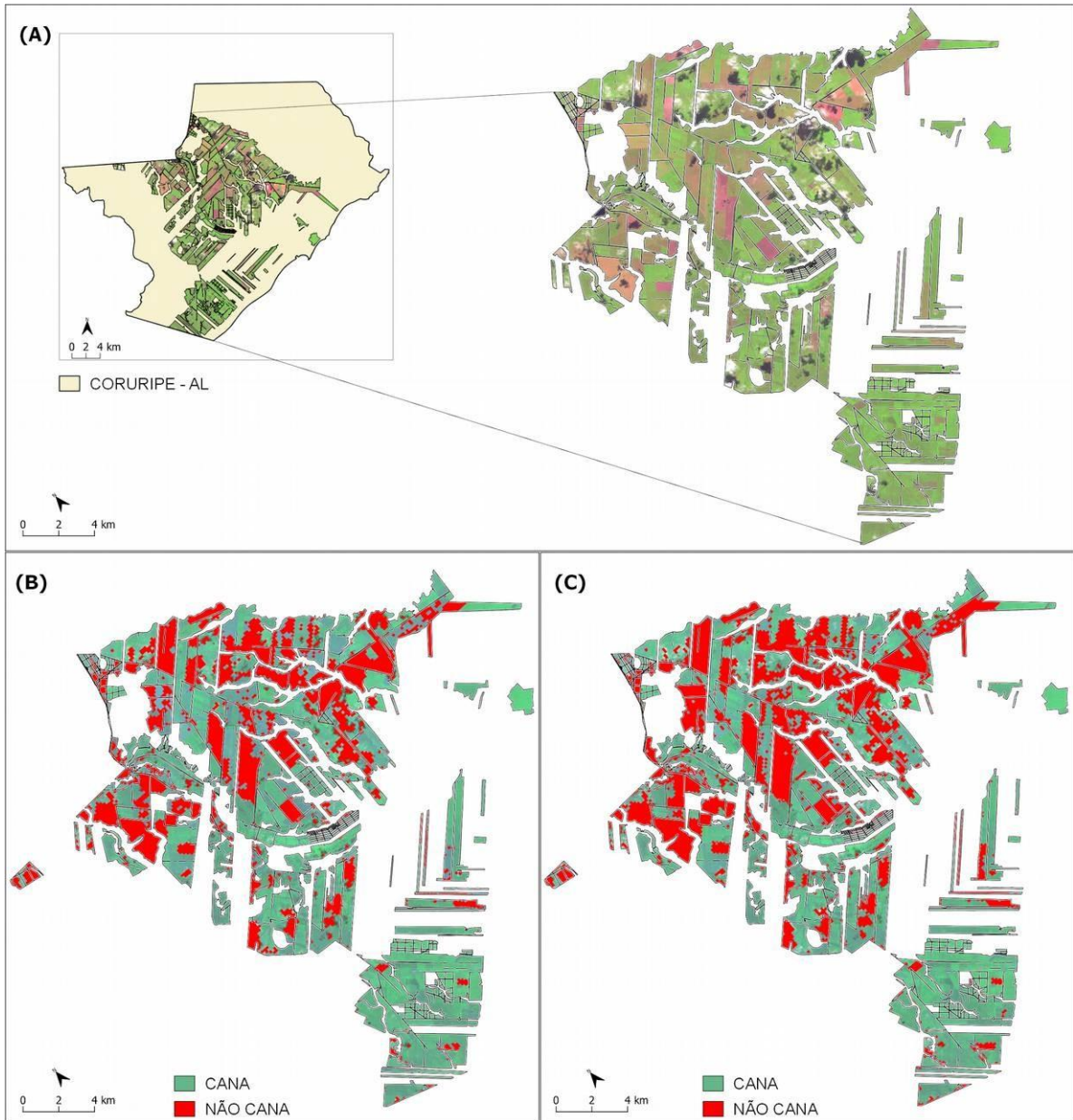
Acurácia	
2018	1986 + 2018
95,64%	99,15%
Índice KAPPA	
0,9998	0,9996

Fonte: Autor, 2019.

Após o treinamento, o algoritmo foi utilizado com amostras apenas de 2018 (Figura 2B) e amostras de 1986 + 2018 (Figura 2C) para identificação e delimitação das áreas sobre a imagem Landsat 8 (2018). Nas áreas classificadas como Cana foram criados polígonos de cor verde e como Não Cana em cor vermelha (Figura 1). O recorte das imagens classificadas utilizando o arquivo vetorial oficial dos talhões de Cana da

Usina Coruripe gerou dois mapas com os polígonos representando talhões oficiais, porém classificados pelo algoritmo (Figura 2A).

Figura 2. A) Mapa de localização área de estudo, recorte da composição RGB com as bandas 6-5-4 Landsat 8, a partir do arquivo vetorial de talhões de cana da Usina; **B)** Classificação com amostras apenas de 2018; e **C)** Classificação com amostras de 1986 + 2018.



Fonte: Autor, 2019.

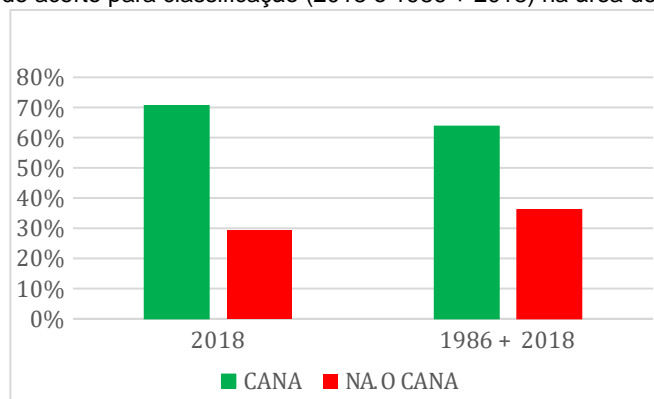
A tabela 2 mostra a classificação feita pelo algoritmo da rede neural, para áreas de plantio da Usina Coruripe, no ano de 2018, localizadas dentro do município de Coruripe/AL. A classificação a partir do modelo gerado durante treinamento utilizando apenas amostras de 2018 delimitou 172,65km² de classe Cana e 71,71km² para Não Cana. Já para classificação utilizando modelo gerado pelo treinamento utilizando a soma das amostras de 1986 e 2018 delimitou 155,95km² de classe Cana e 88,41km² como Não Cana.

Considerando que o algoritmo atuou apenas em talhões que oficialmente apresentam a cana-de-açúcar como uso da terra, observou-se que a classificação teve uma porcentagem de acertos na delimitação da classe Cana acima de 50, sendo 71% utilizando o modelo com apenas amostras de 2018, e 64% utilizando o modelo com amostras de 1986 + 2018 (Figura 03).

Tabela 2. Áreas em km² das classificações da rede neural para a área de plantio da Usina em 2018.

Classificação	Amostras	
	2018	1986 + 2018
	Área delimitada (km ²)	
Cana	172,65	155,95
Não Cana	71,71	88,41
Total	244,36	244,36

Fonte: Autor, 2019.

Figura 3. Porcentagens de acerto para classificação (2018 e 1986 + 2018) na área de plantio da Usina de 2018.

Fonte: Autor, 2019.

Conclusões

O algoritmo desenvolvido, utilizando técnicas de Rede Neural Convolutiva, apresentou boa acurácia para classificação de imagens de satélite de média resolução espacial, sendo bastante promissora a sua aplicação para análise de dados multitemporais a partir de imagens aéreas de alta resolução espacial oriundas de levantamentos aerofotogramétricos antigos e de fotos aéreas obtidas por Veículo aéreo não tripulado (VANT).

A imagem Landsat 5 de 1986 não foi classificada, porém o treinamento do algoritmo com suas amostras teve ótima acurácia, podendo ser utilizado quando o mapa oficial da Usina (1986), ainda em papel, for vetorizado.

Com relação aos valores de acertos obtidos pelo algoritmo para classificação e delimitação da classe Cana, pode-se afirmar que poderia ter havido maior acurácia se tivéssemos informações específicas da usina com relação aos talhões com cana recém-colhida, recém-plantada ou em estágio de preparo do solo para plantio da safra 2019/2020. Estes três casos apresentam característica de solo exposto e, portanto, não tiveram amostras utilizadas para treinar o algoritmo na identificação e delimitação da classe Cana.

Os valores das áreas (km²) também podem apresentar melhor acurácia, com a melhoria do algoritmo em termos de suavização e precisão das bordas que delimitam os polígonos da classe Cana.

Referências bibliográficas

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **cidades: Coruripe - AL**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/coruripe/panorama> Acesso em: 25 out. 2019.

JAMIL, M., AHMED, R.; SAJJAD, H. **Land suitability assessment for sugarcane cultivation in Bijnor district, India using geographic information system and fuzzy analytical hierarchy process**. *GeoJournal* 83, 595–611. 2018.

KAMILARIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. **A review of the use of convolutional neural networks in agriculture**. *The Journal of Agricultural Science* 156, 312–322. 2018.

RAHMAN, E. M. **The potential for using remote sensing to quantify stress in and predict yield of sugarcane (*Saccharum spp. hybrid*)**. Thesis (Doctor of Philosophy in Environmental Sciences) - Faculty of Science and Agriculture, Pietermaritzburg. 2010.

USEYA, J.; SHENGBO, C. **Exploring the Potential of Mapping Cropping Patterns on Smallholder Scale Croplands Using Sentinel-1 SAR Data**. *Chinese Geographical Science*, 29(4), 626–639. 2019.

WEISSA, M.; JACOB, F.; DUVEILLER, G. **Remote sensing for agricultural applications: A meta-review**. *Remote Sensing of Environment*, 236. 2020.

YALOVEHA, V., HLAVCHEVA, D., PODOROZHNIAK, A. **Usage of convolutional neural network for multispectral image processing applied to the problem of detecting fire hazardous forest areas**. *Advanced Information Systems*, Vol. 3, No. 1, P. 116–120. 2019.

YAWSON, D. O., ADU, M. O., OSEI, K. N. **Spatial assessment of sugarcane (*Saccharum spp. L.*) production to feed the Komenda Sugar Factory, Ghana**. *Heliyon* 4.11, e00903–e00903. 2018.

ZHANG, Q. *et al.* **Missing data reconstruction in remote sensing image with a unified spatial–temporal–spectral deep convolutional neural network**. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (TGRS)*, China, v. 56, n. 8, p. 4274–4288, 14 mar. 2018.