

Classificando extratos vegetativos de uma área do Bioma Caatinga com imagens de VANTs

Vitor José Ferreira dos Santos de Santana¹, Humberto José da Silva Júnior¹,
Frank César Lopes Vêras¹, Daniel Louçana da Costa Araújo²

¹PAAD - Núcleo Pesq. Avanç. Anál. Dados - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Picos – PI – Brazil

²CCA - Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Teresina – PI – Brazil

vitorsantos@ufpi.edu.br, lbertojr@ufpi.edu.br,

frank@ufpi.edu.br, daniellocana@ufpi.edu.br

Abstract. *This article presents a low-cost UAV that was assembled and used in the binary classification of the herbaceous extract of an area of the Caatinga biome, with the objective of enabling the capture and classification of images in a more accessible way. The high cost of these aircraft has been a barrier to agricultural research and development in disadvantaged regions of Brazil. In this study, the capture and processing of images played an important role in the binary classification, submitting them to the Neural Network MobileNetV2. The results achieved an accuracy of 93.7% and a kappa index of 0.79, demonstrating the potential of the proposed approach.*

Resumo. *Este artigo apresenta um VANT de baixo custo que foi montado e utilizado na classificação binária do extrato herbáceo de uma área do bioma Caatinga, com o objetivo de possibilitar a captura e classificação de imagens de forma mais acessível. O alto custo dessas aeronaves tem sido uma barreira para pesquisas e desenvolvimento agrícola em regiões desfavorecidas no Brasil. Neste estudo, a captura e o processamento das imagens exerceram papel importante na classificação binária, submetendo-as à Rede Neural MobileNetV2. Os resultados alcançaram uma acurácia de 93.7% e um índice kappa de 0.79, evidenciando o potencial da abordagem proposta.*

1. Introdução

Os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) são aeronaves que não requerem tripulação e podem ser pilotadas remotamente ou por meio de sistemas de navegação, como o GPS (Sistema de Posicionamento Global) [Melo et al. 2017]. O uso de VANTs tem mostrado ser uma ferramenta promissora para auxiliar os agricultores a solucionar diversos problemas na agricultura. No entanto, a principal dificuldade enfrentada pelos agricultores que desejam utilizar VANTs está atrelada ao seu custo elevado [Oliveira Ribatski et al. 2018], impossibilitando o acesso dos mesmos a essas tecnologias.

No bioma Caatinga, ilustrado na Figura 1 e que detalha a macroregião de Picos - PI, a vegetação é composta, assim como outras regiões do sertão nordestino, por plantas xerófilas que são adaptadas ao solo seco e à escassez de água da região

[Camacam and de Omena Messias 2022]. Além de grande diversidade, a Caatinga é o bioma brasileiro mais alterado e impactado pelas ações das atividades humanas [Santos 2021]. Em geral, a vegetação da Caatinga é composta por três extratos, a saber: a) arbóreo - representa árvores de 8 a 12 metros de altura; b) arbustivo - representa vegetação de 2 a 5 metros de altura; c) herbácea - representa vegetação com menos de 2 metros de altura [Camacam and de Omena Messias 2022]. A Figura 2 esboça a diferença entre os extratos vegetativos.

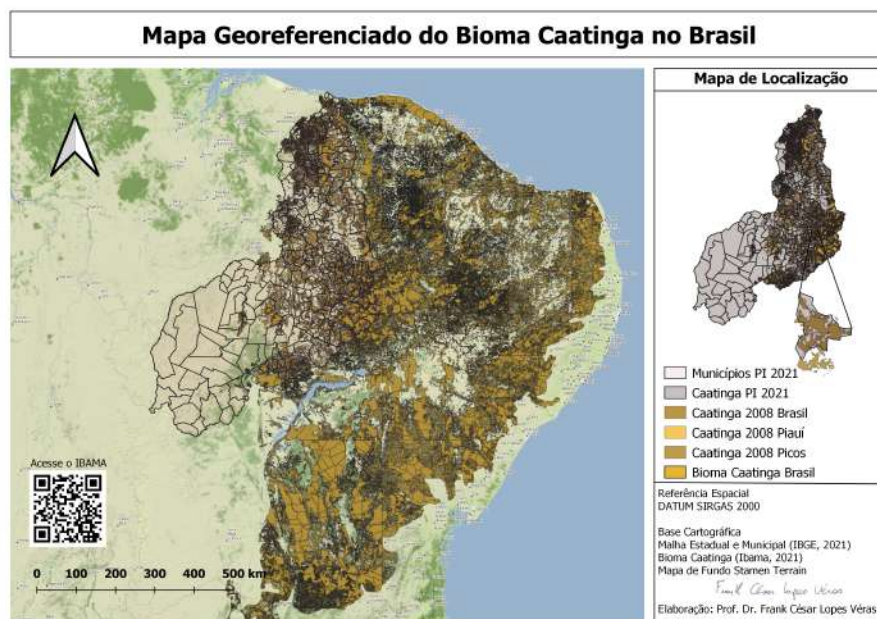


Figura 1. Mapa Georeferenciado da Caatinga no Brasil [IBGE 2019]

Este trabalho apresenta a montagem de um VANT com frame F-450, equipado com uma câmera *Ultra 4K-Sport* para a coleta de imagens vegetativas da Caatinga e a utilização de uma Rede Neural Convolutiva (CNN - *Convolutional Neural Networks*), com a arquitetura *MobileNetV2*, para classificação binária do extrato herbácea, no intuito de contribuir para o avanço da pecuária na região piauiense, identificando áreas de vegetação aptas para pastagem.

Este artigo é estruturado nas seguintes seções: Seção 2, são descritos e comparados os trabalhos relacionados ao presente estudo; Seção 3, é apresentada a metodologia para execução do projeto; Seção 4, são apresentados os resultados do projeto; Seção 5, são apresentadas as considerações finais e propostas para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, é apresentada uma revisão da literatura existente e suas contribuições para o tema deste trabalho, enfocando os principais estudos e pesquisas relacionados à montagem de drones e à classificação ou detecção de vegetação. Essas fontes foram extraídas de bases científicas, como o *Google Academic* e outras, com o propósito de fornecer uma compreensão mais ampla e fundamentada sobre o assunto. A carência de trabalhos sobre a identificação das espécies vegetais nativas da Caatinga piauiense é destacada, resultando



Figura 2. Extratos Vegetativos (Os autores)

na busca por pesquisas que abranjam não apenas a região semiárida, mas também outras áreas que abordem problemas semelhantes ao proposto neste artigo.

Estes trabalhos são semelhantes a este artigo quanto à prática de identificação de espécies por redes neurais e estão, de forma resumida, apresentados na Tabela 1. A mesma organiza os trabalhos quanto aos seguintes aspectos: I - Modelo de VANT; II - Região mapeada; e III - Classifica a vegetação.

Tabela 1. Quadro comparativo de trabalhos relacionados

Trabalho	I	II	III
[Mescoloti et al. 2018]	F-450	Não	Não
[Renner et al. 2020]	Skywalker X8	Não	Não
[Gonçalves 2019]	Phantom 3 Advanced	Costa da Caparica, Palmela e Sintra - Portugal	Sim
[Salvadori 2020]	Phantom 4 Advanced	Ponta Grossa - PR	Sim
Este artigo	F-450	Picos-PI	Sim

I — Modelo de VANT; II — Região mapeada; III — Classifica a vegetação;

O trabalho de [Renner et al. 2020] desenvolve um VANT de asa fixa, sugerindo modificações estruturais que demonstraram um aperfeiçoamento significativo no desempenho de voo e diminuição no custo total da aeronave. O artigo de [Mescoloti et al. 2018] trata do desenvolvimento de um VANT de baixo custo de asa rotativa que utiliza um microcontrolador arduíno Atmel AVR, que foi incapaz de gerenciar todos os sensores e ter uma boa comunicação com a estação de controle e a placa de estabilização, resultando no cancelamento dos testes de voo autônomo. Neste artigo foi utilizada uma controladora APM (*Ardupilot Mega 2.8*) que apresenta melhores resultados acerca desses aspectos.

O trabalho de [Gonçalves 2019] apresenta a construção de um sistema que reconhece automaticamente uma espécie invasora de culturas agrícolas, a *Acacia Longifolia*, por meio de *Deep Learning* (Aprendizagem Profunda) e sensoriamento remoto com VANT. O trabalho de [Salvadori 2020] tem o objetivo de desenvolver um sistema de detecção e quantificação de plantas de milho por meio de redes neurais convolucionais com imagens obtidas por um VANT.

3. Metodologia

Este projeto efetuou a montagem de um VANT, cujo corpo apoia-se em um *frame* F-450. Os componentes eletrônicos foram construídos com o objetivo de ter-se uma arquitetura que tornasse possível a classificação binária do extrato herbáceo da vegetação, especificamente na zona rural do município de Picos - PI, região típica da Caatinga. A representação do trabalho realizado é esboçada na Figura 3 e idealizada em 5 etapas: montagem do VANT; coleta das imagens; pré-processamento das imagens; classificação binária; validação dos resultados.

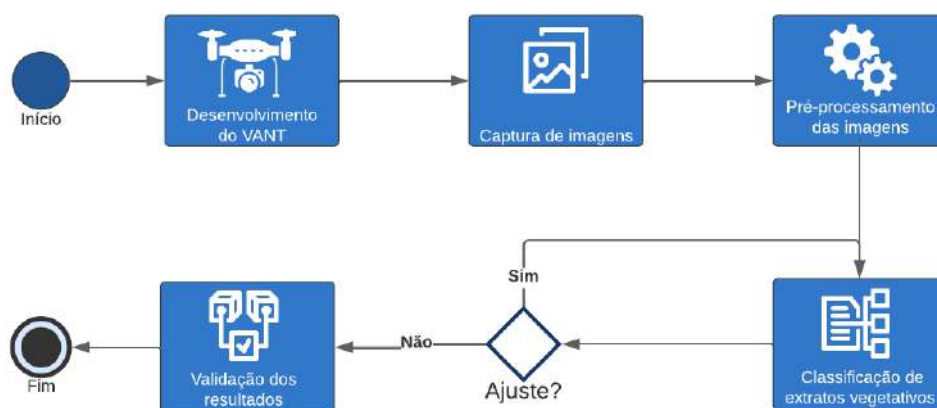


Figura 3. Metodologia (Os autores)

Na etapa de montagem do VANT, componentes de alta qualidade foram selecionados para que fosse possível a coleta das imagens. A Tabela 2 apresenta esses componentes, cujas funções foram fundamentais para obter o desempenho desejado do drone. Na segunda etapa, as imagens foram registradas em duas áreas da região picoense, resultando em 85 imagens de vegetação nativa de dimensões 4.000 x 2.250 pixels, como ilustrado nas Figuras 4(a) e 4(b).



Figura 4. Imagens aéreas capturadas pelo VANT (Os autores).

A etapa de pré-processamento consistiu no recorte das imagens, executado por meio de *script Python*, registradas em 3.392 amostras de 500 x 500 pixels, e divididas, manualmente, em dois conjuntos: treino e validação. Foram destinados 80% do conjunto

Tabela 2. Componentes do VANT

#	Componente	Função
1	Frame F-450	Base de montagem do drone (46 x 46 cm).
2	Ardupilot APM 2.8	Controlador de voo.
3	M8N GPS Compass	GeoLocalização para a navegação do drone.
4	04 Módulos ESCs	Controladores eletrônicos de velocidade.
5	04 Motores <i>brushless</i>	980 Kv regulados pelos ESCs.
6	04 Hélices	10 polegadas de diâmetro e um passo de 4,5 .
7	<i>Flysky</i> FSiA6B	Receptor de 2.4GHz.
8	<i>Flysky</i> FS-i6	Transmissor - Controle remoto de 2,4 GHz.
9	Bateria	<i>LiPo Power</i> 4200 mAh.
10	Câmera Ultra HD 4K	Qualidade <i>Full HD</i> 1080p e imagem 4K



Figura 5. F-450 em período de montagem (Os autores)

para treino e 20% para validação, resultando em 2.713 amostras para treino, sendo 2.319 herbáceas e 394 não herbáceas, e 679 amostras de validação, sendo 580 herbáceas e 99 não herbáceas.

Um *pipeline* para aumento de dados consistiu em três transformações: a) *Random-Flip*: espelhamento horizontal e aleatório; b) *RandomRotation*: rotação aleatória em até 0.2 radianos; e c) *RandomZoom*: zoom aleatório de até 20%. Para predição das métricas foi criado um novo conjunto de amostras, reservando 20% das amostras de teste.

Inicialmente, o modelo *MobileNetV2* é carregado com os pesos previamente treinados no conjunto de dados *ImageNet*. Para a classificação das imagens foi construída uma CNN em uma sequência de camadas: A camada de *Rescaling*, normalizando os valores dos pixels das imagens para o intervalo [0,1]; o *pipeline* de aumento de dados; o modelo *MobileNetV2* pré-treinado; a camada *GlobalAveragePooling2D*, reduzindo das dimensões das saídas da *MobileNetV2*; a camada de *Dropout* para regularização; e a camada *Dense*, com ativação sigmoideal.

Os resultados encontrados estão expostos por meio de gráficos e matrizes de con-

fusão, conforme exposto na Seção 4. A metodologia para a validação dos resultados proposta por este trabalho tornou-se possível e mais evidente com o auxílio da métrica estatística de *Kappa*.

4. Resultados

Nesta seção encontram-se os resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho de montagem do VANT, bem como o desempenho da rede ao longo de 100 épocas. O VANT não apresentou falhas durante os voos, viabilizando o seu uso e comprovando a sua eficácia no cumprimento das missões planejadas e no sensoriamento remoto.

Durante o treinamento, a CNN obteve resultados de 93.7% de acurácia, relativas às 100 épocas realizadas. As Figuras 6(a) e 6(b) esboçam, respectivamente, a acurácia e a perda durante o treinamento do conjunto de dados. Analisando o comportamento da rede, foi observada uma tendência de estabilização da mesma, como apresentado nas figuras. A taxa de aprendizado considerada durante todo o treinamento foi de 0.01%, permitindo resultados satisfatórios para o experimento.

Como mencionado anteriormente, para realizar a predição foi utilizado um pequeno conjunto de dados com 32 amostras. Estas foram escolhidas aleatoriamente dentro do conjunto de teste e que não foram apresentadas ao modelo durante o treinamento. Os resultados da predição apresentaram uma acurácia de 93.7% e um índice *Kappa* de 0.79, aproximadamente. A Tabela 3 possibilita a análise e comparação dos resultados obtidos neste estudo com os resultados dos trabalhos relacionados que classificaram uma vegetação.

Tabela 3. Quadro comparativo de resultados.

Trabalho	Acurácia	Kappa
[Gonçalves 2019]	98.7%	-
[Salvadori 2020]	99.0%	-
Este artigo	93.7%	0.79

A Figura 7 esboça a matriz de confusão para a predição do modelo. Esta matriz é uma ferramenta útil para avaliar a qualidade do modelo de classificação e identificar áreas que podem precisar de ajustes ou melhorias. No contexto de identificação de herbáceas e não herbáceas, a matriz de confusão fornece uma visão geral do desempenho do modelo e das possíveis fontes de erro nas previsões.

5. Conclusão

Este artigo visa a montagem de um VANT de baixo custo idealizado para a classificação binária do extrato herbáceo de uma área do bioma Caatinga, visando a captura e classificação destas imagens. Como mencionado anteriormente, o alto custo de VANTs pode inviabilizar pesquisas e a respectiva implementação e adequação na agricultura local e, de forma geral, nas regiões menos favorecidas do Brasil.

Os resultados obtidos através da utilização de um VANT, que foi desenvolvido aqui para a realização do mapeamento da área e captura das imagens, foi satisfatório, já que a aeronave cumpriu toda a missão estabelecida, sem apresentar erros de comunicação

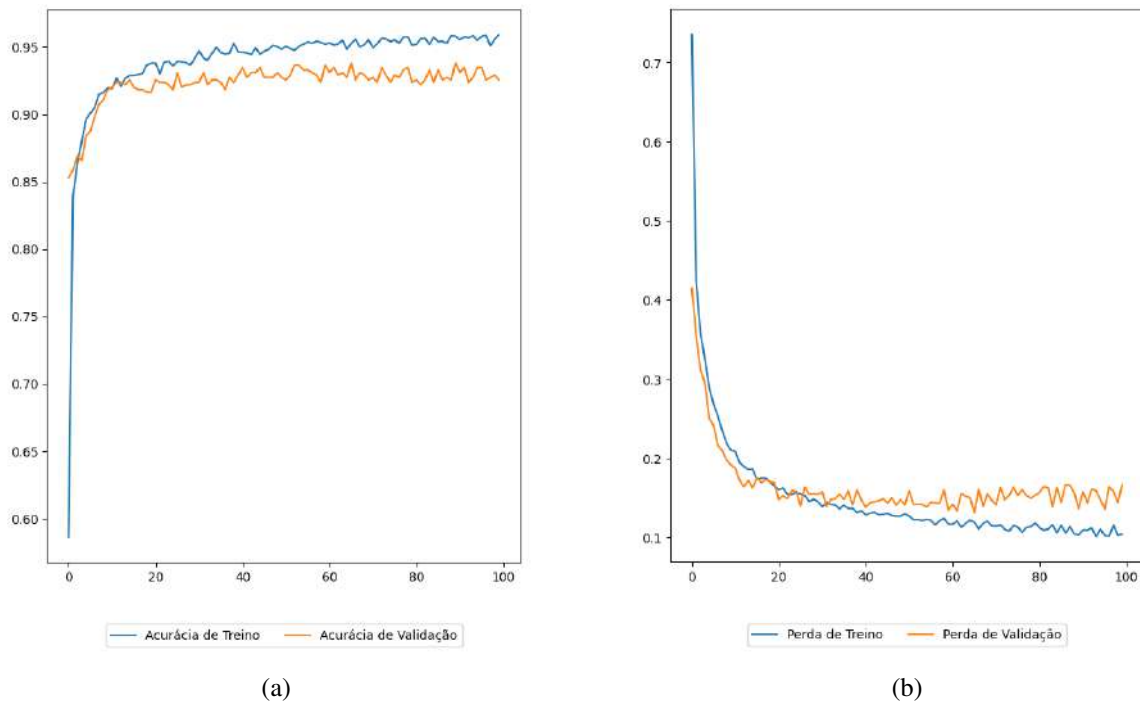


Figura 6. Gráficos de acurácia e perda do treino e validação (Os autores)

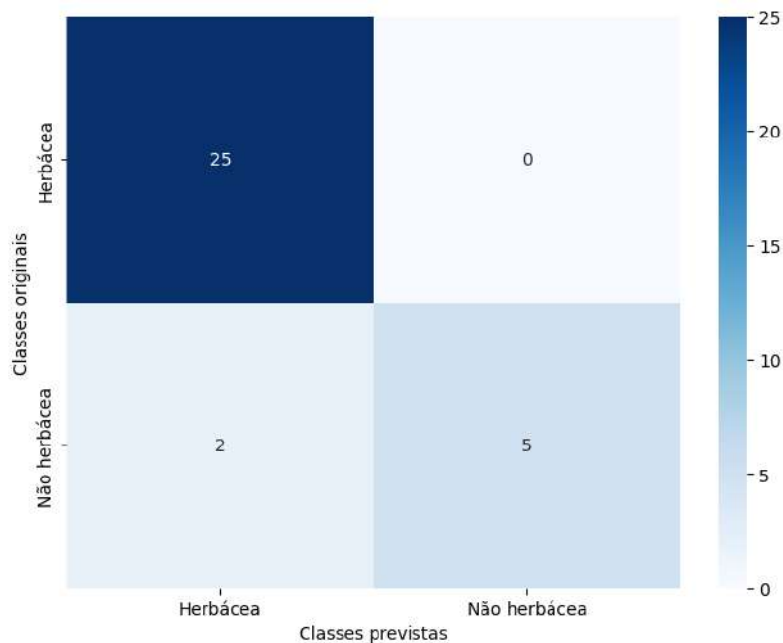


Figura 7. Matriz de confusão (Os autores)

ou falha na captura das imagens. A classificação binária das imagens obteve uma acurácia de cerca de 93.7% de acerto e um índice *Kappa* de 0,79, tornando o desempenho satisfatório e validando a aplicação da metodologia proposta identificando áreas de vegetação aptas para pastagem.

Como perspectivas de estudos futuros, propõe-se o aprimoramento do trabalho

realizado mediante o mapeamento de novas áreas da Caatinga para a realização de novos experimentos em um conjunto de imagens ainda mais amplo e diversificado, bem como a exploração de outras técnicas de aprendizado de máquina para aprimorar o desempenho, na identificação da vegetação e expandir as classes de estudo para todos os 3 extratos vegetativos disponíveis na região.

Referências

- Camacam, B. L. M. and de Omena Messias, C. M. B. (2022). Potencial alimentar de frutas e plantas da caatinga: revisão integrativa. *Research, Society and Development*, 11(9):e39911931997–e39911931997.
- Gonçalves, C. d. C. L. (2019). *Identificação automática de plantas invasoras em imagens aéreas*. PhD thesis.
- IBGE (2019). Biomas e sistema costeiro-marinho do brasil: compatível com a escala 1:250.000.
- Melo, J. C., Constantino, R. G., Santos, S. G., Nascimento, T. P., and Brito, A. V. (2017). A system embedded in small unmanned aerial vehicle for vigor analysis of vegetation. pages 310–321.
- Mescoloti, A., Almeida, L. L., Pereira, D. R., Pazoti, M. A., and da Silva, F. A. (2018). Desenvolvimento de um vant autônomo utilizando hardware e materiais de baixo custo. In *Colloquium Exactarum*. ISSN: 2178-8332, volume 10, pages 41–50.
- Oliveira Ribatski, E., dos Santos, F. S., and Neto, F. N. (2018). Review of uses of rps in the agricultural scenario. *Brazilian Journal of Technology*, 1(2):313–333.
- Renner, L., da Silva, T. S., Júnior, C. W. M., Wiebelling, R. F., and Breda, G. A. (2020). Desenvolvimento e montagem de vant de asa fixa de baixo custo para suprir a demanda de ensino e pesquisa nas áreas de geociências. *Terrae Didatica*, 16:e020002–e020002.
- Salvadori, E. (2020). Identificação de plantas de milho utilizando imagens aéreas obtidas por vants. B.S. thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Santos, G. (2021). Bioma caatinga: do estudo a desmistificação dos mitos acerca da sua biodiversidade.