

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS COM VISÃO COMPUTACIONAL

JOEL CARNEIRO DA CUNHA JUNIOR ¹, AMÉLIA LAISY DO NASCIMENTO ²,
EMANOEL DI TARSO DOS SANTOS SOUSA ², MARCO ANTONIO ZANELLA ²,
JULIANA PINHEIRO DADALTO ², DANIELLA DE MOURA BEZERRA AMORIM ²

¹ Discente de graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, joel.carneiro@ufrpe.br

² Doutor(a), Docente, Universidade Federal Rural de Pernambuco

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Uma prática comum na avaliação da pulverização é a utilização de etiquetas hidrossensíveis. Há a opção de utilizar visão computacional no auxílio da tarefa. O uso de visão computacional pode ser complexo, sendo necessário realizar vários ajustes nos modelos. O atual trabalho foca na etapa de seleção de modelos objetivando avaliar qual deles apresenta maior acurácia na determinação do espectro de gotas de uma pulverização agrícola. Foi utilizado um banco de dados contendo 27 imagens oriundas de simulações de pulverização em diferentes condições de temperatura, umidade relativa e pressão de trabalho do pulverizador. A identificação das bordas das manchas das gotas pulverizadas em etiquetas hidrossensíveis foi realizada por três modelos de detecção de bordas: Canny (1986); Hough Circle Transform (HCT); e, Watershed. O teste Z foi usado na comparação entre os resultados apresentados pelos modelos e os valores de referência. Os resultados dos modelos de Canny, Watershed e HCT foram iguais aos valores médios de referência em 37%, 67% e 100% das pulverizações simuladas. Sendo, portanto, o modelo HCT mais adequado na caracterização do espectro de gotas de uma pulverização agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: detecção de objetos, processamento digital de imagens, seleção de modelos

EVALUATION OF THE APPLICATION OF AGRICULTURAL PESTICIDES WITH COMPUTER VISION

ABSTRACT: A common practice in spray assessment is the use of water-sensitive labels. There is the option of using computer vision to help with the task. The use of computer vision can be complex, requiring several adjustments to the models. The current work focuses on the model selection stage with the aim of evaluating which one is more accurate in determining the spectrum of drops from an agricultural spray. A database containing 27 images from spraying simulations under different conditions of temperature, relative humidity and sprayer working pressure was used. The identification of the edges of the droplets sprayed on water-sensitive labels was carried out using three edge detection models: Canny (1986); Hough Circle Transform (HCT); and, Watershed. The Z test was used to compare the results presented by the models and the reference values. The results of the Canny, Watershed and HCT models were equal to the average reference values in 37%, 67% and 100% of the

simulated sprayings. Therefore, it is the most suitable HCT model for characterizing the spectrum of drops from an agricultural spray.

KEYWORDS: object detection, digital image processing, model selection

INTRODUÇÃO: Na atividade de pulverização de defensivos agrícolas, parte da calda aplicada é perdida por meio da evaporação e da deriva do líquido. Isso ocorre, pois gotas pequenas podem evaporar ou serem levadas pelo vento enquanto que gotas muito grandes tem chance de escorrer na superfície do local aplicado. Em ambos os casos, o produto acaba sendo desperdiçado. Para garantir uma aplicação adequada, inclusive sob o ponto de vista de segurança, é necessário avaliar a aplicação por meio da análise do espectro de gotas e prosseguir com ajustes necessários. Uma prática comum na avaliação da pulverização é a utilização de etiquetas hidrossensíveis. A prática consiste em realizar a pulverização sobre as etiquetas, ficando o papel manchado na posição em que a gota do líquido toca sua superfície. Na sequência as etiquetas são analisadas visualmente por um ser-humano especializado. Há a opção de utilizar visão computacional no auxílio da tarefa. O resultado da análise é o espectro de gotas produzido na pulverização. O uso de visão computacional pode ser complexo bem como o uso de aprendizagem de máquina ou aprendizagem profunda. Arabi, Haghghat, Sharma (2020) destacam que para o uso de aprendizagem profunda são necessários: a coleta e preparação de dados, seleção de modelos, treinamento de modelos, validação de modelos, otimização do modelo, a seleção de hardware específico da aplicação e a avaliação da solução. E com a visão computacional não é diferente. Seu uso também depende de todas essas etapas. Há ainda, inclusive, a seleção de variáveis que não é citada pelos autores. O atual trabalho foca na etapa de seleção de modelos objetivando verificar qual modelo apresenta maior acurácia na avaliação do espectro de gotas gerado em uma pulverização agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS: Neste trabalho, foi utilizado um banco de dados (de autoria da segunda autora do presente trabalho) sobre espectro de gotas que por sua vez foi construído com a simulação de uma pulverização agrícola seguindo os resultados apontados no trabalho de MACIEL et al. (2016). Na simulação, foram contempladas diferentes condições ambientais (temperatura e umidade relativa), além de haver a variação na pressão de trabalho do pulverizador. Foram usadas as temperaturas em 20°, 30° e 40° C. A umidade relativa variou em 40, 70 e 90%. As pressões de trabalho do pulverizador foram de 100, 300 e 500 kPa. O banco de dados possui 27 imagens de etiquetas hidrossensíveis manchadas com gotas de tamanhos variados resultantes das simulações da pulverização. Os diâmetros das manchas são conhecidos e também são disponibilizados no banco de dados. Estes diâmetros foram considerados como referência em análise posterior. Um algoritmo foi implementado em linguagem Python versão 3.7.6 para a identificação do número e do tamanho das manchas presentes nas etiquetas. A primeira etapa feita pelo algoritmo foi a limiarização e a binarização da imagem, utilizando o modelo de Otsu (1979). Dessa forma, o valor do limiar foi definido automaticamente. Após a imagem ser binarizada, o desenvolvimento do algoritmo seguiu para a etapa de identificação das bordas das manchas das gotas nas etiquetas. Nesta etapa, foram utilizados três modelos para detecção de bordas: Canny (1986); Hough Circle Transform; e, Watershed. Posteriormente ao delineamento das bordas das manchas, o algoritmo passou para a etapa de contagem do número de contornos identificados. Na sequência, foi implementada a etapa de extração de características, sendo estas: os comprimentos, larguras, áreas e perímetros das manchas identificadas. Todas estas etapas de processamento digital das imagens foram realizadas com a biblioteca Opencv. Já a biblioteca Pandas 1.3.3 (MCKINNEY, 2010) foi usada na análise de estatística descritiva dos resultados dos tamanhos das manchas nas imagens. O teste Z foi utilizado para indicar diferença

estatística entre as médias do diâmetro referência das manchas (disponibilizado pelo banco de dados) e as médias de diâmetro extraídas com o uso dos 3 diferentes modelos de detecção de borda. Foi considerada, no teste Z, uma significância ao nível de 5%. Dados discrepantes foram identificados por meio de um diagrama de caixa (gráfico boxplot).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O modelo de Canny consegue uma boa detecção de bordas especialmente em estados ruidosos ao fazer ajustes de limiarização (threshold) (TAKIMOTO et al., 2021). No caso do atual estudo, ruídos não foram a maior preocupação devido ao fato da imagem originalmente já ser composta apenas por fundo de uma única coloração (amarelo) e as manchas das gotas em coloração diferente do fundo (azul). Ou seja, não havia outros objetos presentes na cena além das manchas das gotas a serem detectadas. Além disso, antes da etapa de detecção de bordas, a imagem passou pelo processo de limiarização e binarização que entregou uma imagem com menos ruído para ser processada pelo modelo de Canny. Entretanto foi possível notar a incapacidade do modelo para a identificação de gotas sobrepostas (Figura 1a). Tal resultado não é satisfatório pois o diâmetro identificado nestes casos corresponde ao diâmetro de 2 ou mais gotas, porém o algoritmo não conseguiu fazer a separação das manchas e computar o diâmetro de cada gota separada. No modelo Watershed foi possível notar a identificação e separação das gotas sobrepostas em sua maioria. No entanto, devido aos parâmetros aplicados no ajuste do modelo, é notório a não separação de todas as gotas sobrepostas (Figura 1b). Já o modelo Hough Circle Transform é possível constatar a identificação e segmentação de 100% das gotas presentes nas imagens analisadas, inclusive gotas sobrepostas (Figura 1c). Os resultados do teste Z indicaram que as médias dos diâmetros das gotas, quando foram aplicados os modelos de Canny e Watershed foram iguais às médias de referência em 37% e 67% das situações simuladas, respectivamente. O Watershed errou a média dos diâmetros das gotas apenas na situação mais crítica (pressão de 500 kPa). Essa situação foi considerada a mais crítica devido à ocorrência de uma maior quantidade de gotas sobrepostas. Já o modelo Circle Hough Transform foi considerado o mais adequado na determinação dos diâmetros de gotas pulverizadas em etiquetas hidrossensíveis por apresentar acurácia (média dos diâmetros detectados no processamento digital de imagens igual à média de referência) em 100% das simulações, incluindo as mais críticas com muitas gotas sobrepostas. Nos diagramas de caixa (gráficos boxplot - FIGURA 2), nota-se a ocorrência de muitos pontos discrepantes quando da utilização dos modelos Canny e Watershed. Tais pontos discrepantes correspondem às manchas sobrepostas de 2 ou mais gotas que faz com que a leitura do diâmetro fique maior do que é realmente. Assim, tais leituras acabam se distanciando dos valores de diâmetros das manchas sem sobreposição que, por sua vez, possuem uma presença majoritária nas imagens.

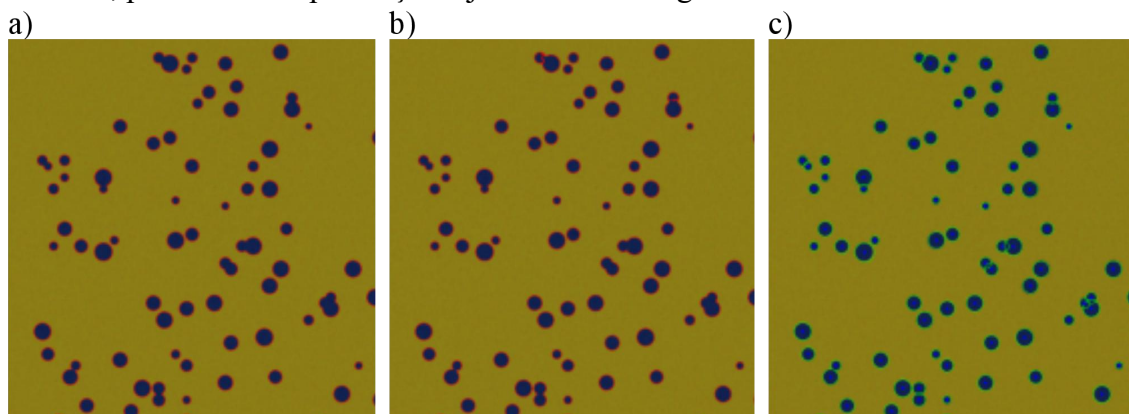


Figura 1. Zoom em etiqueta hidrossensível aproximada, e simulada com 500 KPa, temperatura de 40° C e Umidade Relativa de 90% segmentada pelo modelo de: a) Canny; b) Watershed; c) Hough Circle Transform.

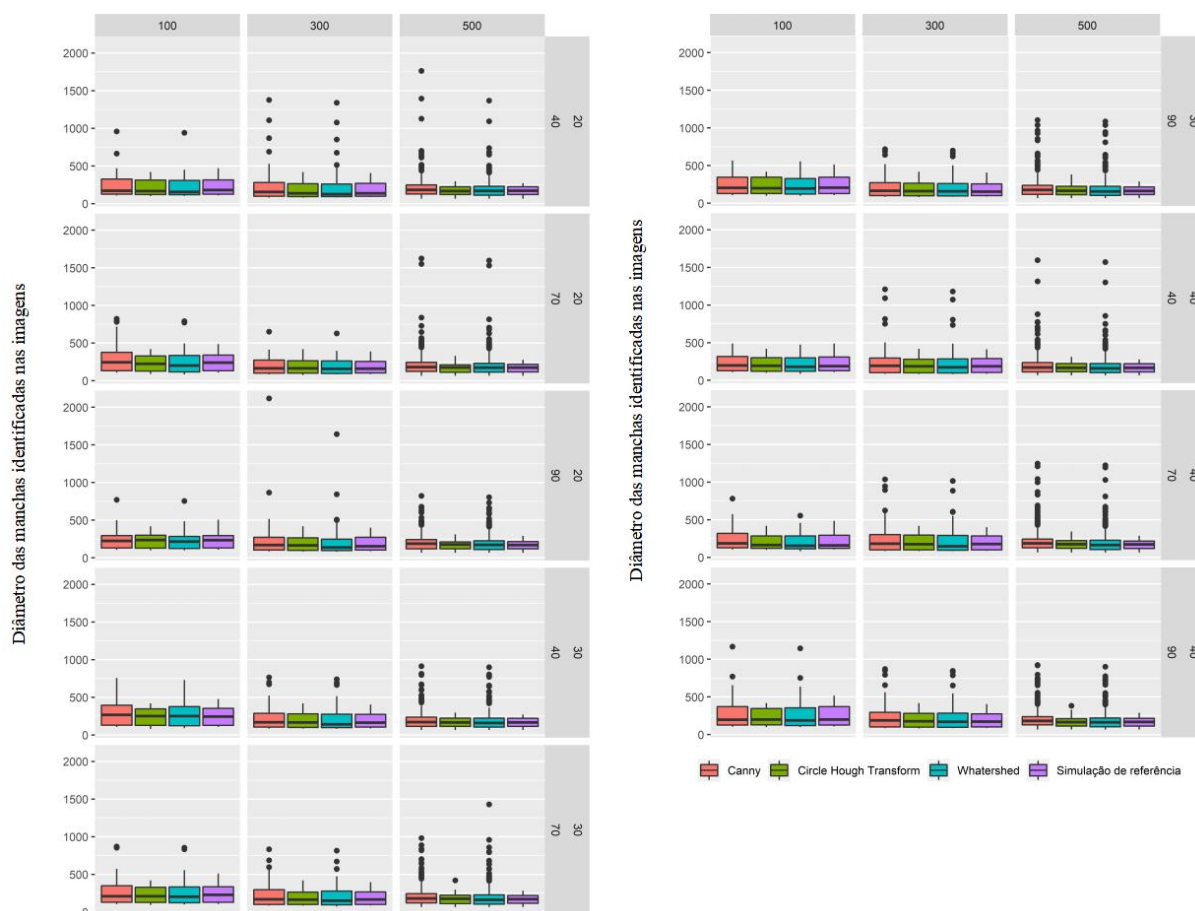


Figura 2. Visualização dos dados discrepantes na determinação do diâmetro das manchas identificadas nas imagens e que correspondem ao espectro de gotas da pulverização.

CONCLUSÕES: O modelo de detecção de bordas Circle Hough Transform foi o mais adequado na determinação dos diâmetros de gotas pulverizadas em etiquetas hidrossensíveis permitindo a caracterização do espectro de gotas de uma pulverização agrícola.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio.

REFERÊNCIAS: ARABI, Saeed; HAGHIGHAT, Arya; SHARMA, Anuj. A deep-learning-based computer vision solution for construction vehicle detection. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, v. 35, n. 7, p. 753-767, 2020.

CANNY, J. A Computational Approach for Edge Detection, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 8, no 6, pp. 679-698, 1986.

MCKINNEY, W. Data Structures for Statistical Computing in Python. Proceedings of the 9th Python in Science Conference, Austin, 28 June-3 July 2010, pp. 56-61, 2010.

MACIEL, C.F.S. et al. Droplet spectrum at different vapour pressure deficits1. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 47, n. 1, p. 41-46, 2016.

OTSU, N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*. SMC-9(1), 1979.

TAKIMOTO, Rogério Y. et al. Comparação entre Métodos Ótico e Ultrassônico para Quantificar Vazamentos de Gás Submersos. In: **2021 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)**. IEEE, 2021. p. 1519-1524.