

DRONECOLAB: identificação de zonas de reprodução da Dengue

Larissa Rocha Santos¹, Angélica Dias², Cláudio de Farias³, Henrique Serdeira⁴

¹CCMN – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
CEP: 21941-916, Rio de Janeiro – RJ – Brazil

Abstract. *The global increase in diseases related to arboviruses, especially dengue, stands out in peripheral urban regions. In 2022, FIOCRUZ recorded 1,450,270 possible cases of Aedes Aegypti. This study proposes the use of drones equipped with cameras and artificial intelligence to prevent the spread of dengue in Rio de Janeiro, focusing on vulnerable populations. Aligned with collaborative and community learning systems, drones map reproduction foci, highlighting technical effectiveness and community inclusion. The work contributes to public health strategies in challenging urban contexts, promoting community participation and technology integration to address global health issues, demonstrating applicability.*

Resumo. *O aumento global de doenças relacionadas a arbovírus, especialmente a dengue, destaca-se nas regiões periféricas urbanas. Em 2022, a FIOCRUZ registrou 1.450.270 possíveis casos de Aedes Aegypti. Este estudo propõe o uso de drones equipados com câmeras e inteligência artificial para prevenir a propagação da dengue no Rio de Janeiro, focando em populações vulneráveis. Alinhado a sistemas colaborativos e integração comunitária, os drones mapeiam focos de reprodução, destacando a eficácia técnica e a inclusão da comunidade. O trabalho contribui para estratégias de saúde pública em contextos urbanos desafiadores, promovendo a participação comunitária e a integração de tecnologia para abordar questões de saúde global, demonstrando aplicabilidade.*

Palavras-chave: *Dengue; População Vulnerável; Drones; Colaboração; Inteligência artificial*

1. Introdução

As regiões periféricas dos centros urbanos brasileiros apresentam grande carência em quesitos tais como saneamento básico e saúde, tendo em vista que a demanda tende a ser maior do que as unidades conseguem atender, corroborando desta forma para a propagação dos hospedeiros que transmitem a dengue [7]. Conforme dados mais recentes disponibilizados pela agência Brasil[6], até o momento deste estudo, foram notificados 39.369 casos em todo o estado no ano de 2023 e ainda, de acordo com dados da FIOCRUZ, somente no estado Rio de Janeiro já se somam 4.446 casos prováveis de dengue somente nos primeiros 16 dias de 2024.

Além desse acentuado impacto negativo na saúde da população, a problemática da dengue também gera um fardo econômico preocupante, dependendo do seu grau de incidência numa dada região. No Brasil, onde o custo relacionado com a dengue é considerado o maior das Américas, em 2015, foi gasto um total de 3,9 bilhões de reais. A gravidade da situação ainda se dá quando se percebe que o país gasta dentro do valor apresentado, duas vezes mais para tratar as vítimas da dengue do que com a prevenção. No contexto da prevenção da enfermidade em questão é amplamente reconhecido que a abordagem mais eficaz consiste na implementação de medidas destinadas a mitigar a propagação do vetor responsável pela transmissão. Com esse propósito são organizadas anualmente campanhas de conscientização voltadas para o combate à doença. Estas iniciativas preventivas são complementadas pela atuação de profissionais de saúde comunitária, incumbidos da tarefa de realizar visitas domiciliares a fim de identificar potenciais focos de infestação.

Entretanto, até o momento, essas iniciativas não têm apresentado resultados expressivos, isso se deve, principalmente, à ampla extensão geográfica que os agentes de combate à dengue precisam cobrir, e também à presença de locais de difícil acesso. Isso evidencia uma lacuna significativa na efetividade das medidas de prevenção contra o *Aedes aegypti*.

Neste contexto, o propósito desta pesquisa é aprimorar a eficiência em abrangência e agilidade do processo de prevenção da dengue por meio de um sistema automatizado. O foco central está na efetivação do mapeamento colaborativo em áreas de favelas no Rio de Janeiro, considerando que as dificuldades de acesso a necessidades básicas, como saneamento adequado, podem acentuar a incidência de problemas. Esse processo se baseia na integração de novas tecnologias e na promoção da participação ativa da comunidade, visando não apenas identificar lacunas, mas também construir soluções sustentáveis e inclusivas. O objetivo é ampliar a área de atuação dos profissionais envolvidos no combate ao vírus, promovendo uma abordagem abrangente e otimizando recursos, como o tempo atualmente empregado no processo. Essa abordagem visa facilitar o trabalho dos agentes comunitários, contribuindo significativamente para a eficácia das ações preventivas contra a dengue.

Esta pesquisa foi apoiada pelo uso de drones com apoio de Inteligência Artificial (IA), para identificação e mapeamento de possíveis focos da doença, acoplados a um equipamento capaz de liberar um inseticida biológico. Além disso, o trabalho tem como intuito montar uma base de dados que será alimentada tanto pelas informações coletadas pelos drones quanto pela contribuição da população local, por meio de uma plataforma acessível disponibilizada para os moradores.

2. Trabalhos Relacionados

Há diversos estudos sobre métodos para a prevenção de dengue com o apoio de plataformas computacionais. Essas abordagens visam aprimorar a eficiência das operações de combate, trabalhando em conjunto com os agentes comunitários.

Entretanto, inúmeros estudos indicam que há uma demanda considerável por medidas mais eficazes no combate à dengue, especialmente diante do aumento significativo do número de casos nas comunidades cariocas [10] [11]. Diante desse contexto, nota-se uma carência de iniciativas autônomas direcionadas ao mapeamento e dedetização de regiões impactadas, as quais também sejam integradas de maneira efetiva às denúncias

provenientes da comunidade.

3. Drone e o Combate a Dengue

Dengue de maneira colaborativa e tecnológica. Desenvolvido com foco na limitada interação entre agentes sanitários e especialistas de saúde, na economia de tempo e na necessidade de detalhes sobre locais de difícil acesso, o artefato incorpora diversas tecnologias computacionais para otimizar sua eficácia.

Ao capturar imagens aéreas, a solução permite compartilhar e exibir conteúdo organizado, inserir marcações gráficas de poças detectadas, visualizar e editar comentários, além de sinalizar espaços para a aplicação de larvicida. Essas informações, quando alimentadas por drones em áreas vulneráveis, são disponibilizadas na nuvem. A inteligência artificial e sistemas colaborativos são centrais, permitindo análise e edição colaborativa das imagens, envolvendo especialistas.

Em situações de epidemia ou emergência, o DroneColab propõe a atuação colaborativa entre agentes sanitários, especialistas e a população vulnerável. Essa abordagem, apoiada por tecnologias avançadas, destaca-se como um meio eficaz de resposta e prevenção em cenários críticos, reforçando a importância da colaboração e inovação tecnológica no enfrentamento da Dengue.

4. Método de identificação

Este trabalho fundamenta-se no artigo [9], o qual discute os conceitos iniciais relacionados à utilização de drones no combate à dengue, tema este que é aprofundado ao longo do presente estudo. O robô usará uma rede neural para a classificação das imagens. Para esse treinamento, utilizou-se o sistema de redes neurais de multicamadas profundas (Vilela jr, Fileni & Passos, 2020), no qual, através de um DataSet, cada ramo estaria classificando as imagens coletadas pelo drone. O dataset é utilizado em um modelo de aprendizado de máquina supervisionado, o que significa que precisa ser treinado usando um conjunto de dados rotulado de imagens.

Desse modo, o ajuste de treinamento para esse projeto se compõem da identificação de água parada ou em movimento, água limpa ou com resíduos (suja), o que daria a indicação para a liberação do inseticida no local identificado. Tendo identificado o foco de água, o drone emite uma notificação para o controlador (piloto), para dessa forma haver, a liberação das pastilhas do dispositivo de lançamento, despejando a mesma sobre o local em questão.

O objeto da IA aplicado ao trabalho opera com um conjunto de redes que são conectadas às camadas adjacentes que realizam leituras específicas de cada conjunto e fragmento de pixels, classificando, de tal modo, os padrões com a lógica de CovNet (possibilidade de maior leitura de Escala de cinza, RGB, HSV, CMYK e espaço da imagem alocado). Em particular, para cada pixel na imagem de entrada, codificou-se a intensidade do pixel como o valor de um neurônio correspondente na camada de entrada. Dessa forma, obtêm-se saídas primárias para quaisquer neurônios, com valores entre 0 e 1, através do vetor de saída:

$$S_i = \sigma(\sum W_i * a + b_i)$$

No qual 'a' representa uma camada oculta; W_i os pesos de cada neurônio da camada 'a',

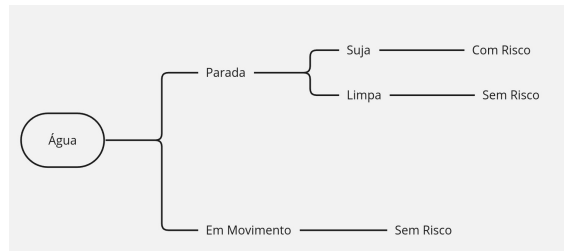


Figura 1. Árvore de decisão

associados (conectados) a cada neurônio da camada de saída (vetor S_i) e B_i uma constante bias.

Assim sendo, calcula-se a taxa de erros totais com verificador de custo:

$$C = \sum (S_i - Y_i)^2$$

Faz-se importante haver a calibração dos pesos (w) e vieses, até que o verificador C alcance um valor próximo de zero para que a saída da rede identifique corretamente a imagem de entrada. Para a atualização dos pesos W_i , utilizou-se o método de backpropagation (Erb jr, 1993).

$$\omega \leftarrow \omega - \eta \frac{\partial E}{\partial \omega}$$

Observou-se que um melhor desempenho para classificação no DataSet do projeto se daria através de uma árvore de decisão, como visto na Figura 1 (Monard & Baranauskas, 2003). Para essa construção, foi utilizado o cálculo da probabilidade, entropia e ganho de informação, os quais seriam repetidos após classificar a raiz e assim chegando nos nós e tendo a saída mais desejável na qual foi identificada, conforme a Equação 2 apresenta.

A função principal se dá na necessidade de liberar as pastilhas através da classificação de baixo e alto riscos dos focos, gerando um alarme para o piloto, ou uma sinalização para o auxílio automático. Para isso, são realizados os cálculos para classificação da raiz e seus nós, ressaltando que, assim como outros métodos que se utilizam os testes de forma simultânea, pode-se também obter esses dados da Equação 2. Equação 2 - Cálculo da árvore de decisões

$$E(D) = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

$$GI(D, B) = E(D) - \sum \frac{|Dv|}{|D|} \cdot E(Dv)$$

5. Análise dos Resultados

O cerne do projeto se compõe da análise dessas fotos visando justamente o reconhecimento das imagens e a identificação de focos de água. Devido a limitações na disponibilidade dados, houve poucas fotos obtidas pelo drone a serem inseridas na base de dados,

por isso buscou-se diversas fontes diferentes de fotos de poças de água, rios, lagoas entre outras configurações, para realizar o treinamento do software de reconhecimento. Todas as ações integradas com a comunicação, cooperação e coordenação de toda a equipe de especialistas e a comunidade.

A princípio, foi utilizado um protótipo do software de reconhecimento baseado no software desenvolvido em [5], no qual, ao invés de fotos de pessoas, utilizaram-se as fotos obtidas para este projeto. Um exemplo do código, desenvolvido em Matlab, pode ser visto na Figura 2, que representa a parte do software que realiza o treinamento com a base de fotos, para poder verificar a capacidade de identificação de fontes de água.

<pre>load variables autoface=0; %ohre=1000000; %s57471 omega=0; omega2=0; somaomega=0; %cam; for i=1:12 for k=1:quant imagem=imread(strcat('foto_',int2str(k),'.jpg')); dif=imagem-media; autoface=autoface+(v(i,k)*dif); end imagem=imread (strcat('teste.jpg')); imagem=rgb2gray(imagem); dif=imagem-media; omega=times(autoface',dif);</pre>	<pre>for b=1:256 for c=1:256 omega2 (i,c_256*(b-1))=omega(b,c); end end autoface=0; end</pre>
---	---

Figura 2. Parte do código de treinamento

Da análise preliminar, foi possível, após o inserir as imagens no módulo de treinamento, identificar, em fotos de diversos ângulos, uma precisão de 81% na identificação de poças ou fontes de águas, distinguindo que houve 67% de certeza nos casos de distinção de água parada ou em movimento e 56% de certeza nos casos de água limpa ou suja. Essa precisão abaixo da média ótima de 80%, para a situação de casos específicos, deveu-se à baixa representatividade de fotos na base de dados, pois havia 87 fotos de imagens disponíveis de fontes de água na base de dados, sendo que 35 foram marcadas como águas em movimento e 56 como água limpa. Verifica-se que há necessidade de ampliar a base de treinamento para aumentar a precisão e a acuracidade do software de identificação, que estará na base controladora do drone, com o propósito de sinalizar os focos que necessitam ter as pastilhas jogadas.

6. Conclusão

Este projeto visa otimizar o combate ao mosquito *Aedes aegypti* por meio do uso de drones, proporcionando um campo de visão expandido para alcançar áreas de difícil acesso. A circulação aérea dos drones permite uma fiscalização mais abrangente, resultando em um aumento na profilaxia e na redução do número de mortes causadas pela dengue. Os próximos passos incluem a integração da tecnologia de drones com inteligência artificial para coleta abrangente de dados, aumentando a eficiência do sistema. Inicialmente focado em áreas menos populosas com altos índices de focos de dengue, o projeto visa expandir as análises e implementar as tecnologias propostas em colaboração com a comunidade.

Referências

- [1] ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial rbac-e nº 94 - Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil - Aprovação: Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017. Origem: SAR/SPO, acessado em julho 2020
- [2] Donalisio M.R; Freitas A.R.R.; Von Zuben. A.P.B. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. In: Revista de Saúde Pública, v51, n30. 2017.
- [3] Gould D.J.; Moralejo D.; Drey N.; Chudleigh J.H.; Taljaard M. Interventions to improve hand hygiene compliance in patient care. In: Cochrane Database of Systematic Reviews, v9. 2017.
- [4] MINISTERIO DA SAÚDE BRASIL. Boletim epidemiológico: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 49, Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2016/dezembro/20/2016-033—Dengue-SE49-publicacao.pdf>. Acessado em agosto de 2020.
- [5] C. Monteiro; L.B. Gonçalves and J.R.T. Quadros (2017). “Face Recognition System for automatic security control”. In: CISTI 2017, Porto-PT
- [6] Rafael Cardoso 22/10/2023 - <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-10/dengue-cresce-no-rio-cinco-municipios-tem-situacao-epidemic#: :text=At%C3%A9%20o%20momento%2C%20foram%20registrados,Aldeia%20e>
- [7] Rodrigo Vilani, Carlos Machado, Érica Rocha - <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/163/131>
- [8] DSA - Data Science Academy. Deep Learning Book. Disponível em: <http://www.deeplearningbook.com.br/>. Acessado em julho 2020.
- [9] G. F. de Mesquita, L. R. Santos, E. E. C. Dias, L. C. Lanzillotta, P. H. L. S. Pimentel e J. R. T. Quadros (2021). Drone with anti-larvae biomedicines, using deep learning to identify the reproduction zones of insects, in: CISTI 2021, Espanha.
- [10] Saneamento, dengue e demandas sociais na maior favela do Estado do Rio de Janeiro: a Rocinha
- [11] Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ”e ”Drones to the Rescue: A Support Solution for Emergency Response