



Universidade Federal de Itajubá

IMC - Instituto de Matemática e Computação

Curso de Ciência da Computação

Smart Ovitrap

A Cloud IoT-Ovitrap System

Daniel Pinheiro dos Reis

Orientador: Prof. Dr. Adler Diniz de Souza

Co-Orientadora: Profa. Dra. Elisa Rodrigues

Itajubá, Novembro / 2021

*"O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência
(Henry Ford)"*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por me darem a oportunidade do estudo, à todos os meus professores e amigos por compartilharem o conhecimento comigo por poder estar concluindo esse ciclo.

RESUMO

A intensificação dos arbovírus (dengue, zika, chikungunya, etc) destaca a necessidade de um controle eficaz do seu vetor de transmissão, o mosquito Aedes. Para isso foram criadas as Ovitrap, armadilhas que capturam os ovos depositados pelas fêmeas impedindo a multiplicação da população de mosquitos. Apesar dos vários modelos de Ovitrap existentes poucos ou quase nenhum deles aplicam algum conceito de tecnologia em seu desenvolvimento, tais modelos necessitam de um profissional que realize o trabalho de campo de coleta das armadilhas e de um profissional para análise dos dados coletados. Este trabalho busca desenvolver uma ovitrap que facilite o trabalho de campo de coleta e de análise dos dados. Para isso aplica modelos de IoT no desenvolvimento de uma ovitrap "inteligente" capaz de capturar os dados e disponibiliza-los na nuvem para que possam ser acessados de maneira remota em qualquer lugar com acesso a Internet.

Palavras-chave: Armadilha, Ovitrap, IoT, Dengue, Zika, Chikungunya

ABSTRACT

The intensification of arboviruses (dengue, zika, chikungunya, etc.) highlights the need for effective control of its transmission vector, the female Aedes mosquito. For this purpose, Ovitrap were created, traps that capture the eggs deposited by the females, preventing the multiplication of the mosquito population. Despite the several existing Ovitrap models, few or almost none of them apply any concept of technology in their development, such models need a professional to carry out the fieldwork to collect the traps and a professional to analyze the collected data. This work seeks to develop a platform that facilitates the field work of collecting and analyzing data. For this, IoT models are applied in the development of a "smart" device capable of capturing data and making it available in the cloud so that it can be accessed remotely anywhere with Internet access.

Palavras-chave: Traps, Ovitrap, IoT, Dengue, Zika, Chikungunya

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Primeiro modelo de ovitrap, desenvolvido na década de 70	12
Figura 2 – (A) Standard Lethal Ovitrap (LO), (B) National Environmental Agency Singapore Sticky Ovitrap (SO), (C) MosquiTRAP Sticky Ovitrap (SO), (D) Biogents Gravid Aedes Trap (GAT), (E) Centers for Disease Control (CDC) Autocidal Gravid Ovitrap(AGO)	13
Figura 3 – Modelo de ovitrap desenvolvido por Ismaliza Isa et al.	14
Figura 4 – Padrões em ovitraps	16
Figura 5 – Ovitrap desenvolvida neste trabalho (sem sensores)	17
Figura 6 – VL53L0X-V2. (Time-of-Flight)	18

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT	Internet of Things Artificiais
-----	--------------------------------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	O que é uma ovitrap?	12
1.2	Evolução das ovitraps	12
1.3	Motivação	13
1.4	Justificativa	14
2	DESENVOLVIMENTO	15
2.1	Ovitrap	15
2.2	Hardware	17
2.2.1	NodeMCU	18
2.2.2	VL53L0X (Time-of-Flight)	18
2.3	Software	18
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A intensificação dos arbovírus (dengue, zika, chikungunya, etc) destaca a necessidade de um controle eficaz do seu vetor de transmissão, o mosquito *Aedes*. A principal medida de prevenção dos arbovírus é o controle da população do mosquito. A implementação dessas medidas preventivas requer ferramentas de vigilância eficientes que permitam prever a população real de mosquitos (ISA et al., 2019). Uma ferramenta de controle que vem sendo utilizada desde a década de 70 são as ovitraps (LOK et al., 1977)

1.1 O que é uma ovitrap?

Ovitrap são armadilhas desenvolvidas para capturar larvas e ou mosquitos. A primeira ovitrap que se tem informação é creditada a Loki 1977 (LOK et al., 1977) e é mostrada na Figura 1. A ovitrap de Loki consiste em um recipiente cilíndrico preto, cheio de água, com uma abertura de malha trançada no topo, com duas pás de madeira sob ela. Embora fêmea do mosquito que deposita seus ovos na armadilha não seja morta, os filhotes que eclodem dos ovos ficam presos pela malha trançada e morrem afogados.

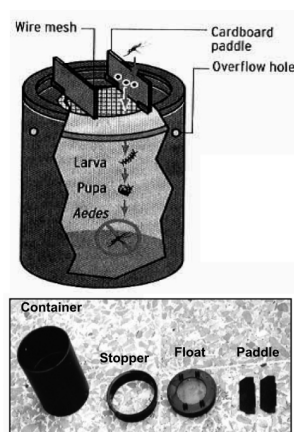


Figura 1 – Primeiro modelo de ovitrap, desenvolvido na década de 70

Disponível em: <<https://www.appropedia.org/Ovitrap>>. Acesso em: 18 de novembro de 2021

1.2 Evolução das ovitraps

Na evolução das ovitraps foram criadas ovitraps letais. A primeira delas continha uma fita tratada com inseticida, nas paredes do seu interior, que matava as fêmeas atraídas pela água, porém foi observado que o mosquito ganhava resistência ao inseticida ao longo do tempo (JOHNSON et al., 2017). Depois foi desenvolvido um modelo que ao invés de uma fita com inseticida continha uma fita adesiva que capturava a fêmea do mosquito (JOHNSON et al., 2017). Apesar de eficientes e baratas, as ovitraps até então, eram pequenas, o que além de exigir manutenção em curtos períodos de tempo, não eram tão atrativas as fêmeas do mosquito (JOHNSON et al., 2017). Foi

desenvolvido então, modelos maiores, mais atrativos as fêmeas do mosquito e que demandavam manutenções em períodos de tempo maiores.

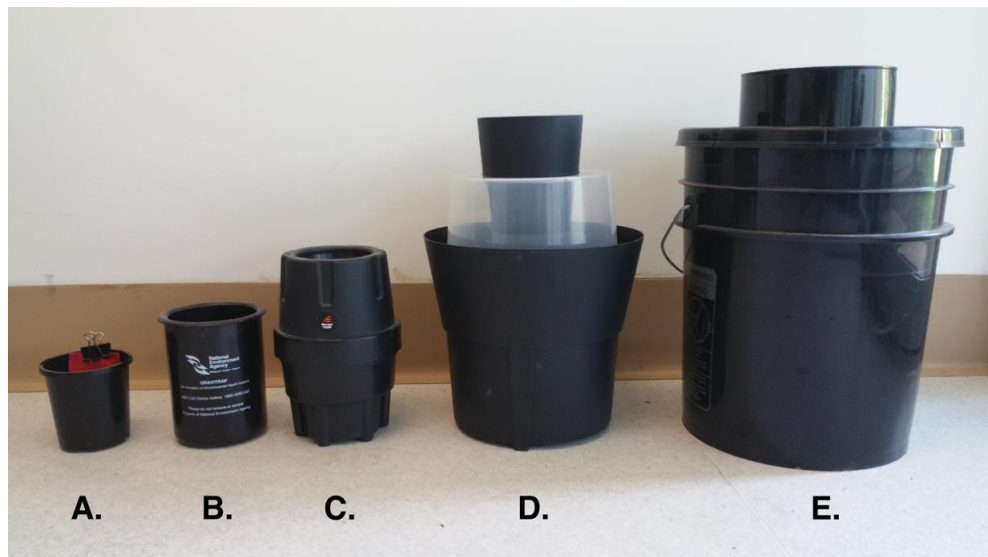


Figura 2 – (A) Standard Lethal Ovitrap (LO), (B) National Environmental Agency Singapore Sticky Ovitrap (SO), (C) MosquiTRAP Sticky Ovitrap (SO), (D) Biogents Gravid Aedes Trap (GAT), (E) Centers for Disease Control (CDC) Autocidal Gravid Ovitrap(AGO)

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312158747_The_State_of_the_Art_of_Lethal_Oviposition_Trap-Based_Mass_Interventions_for_Arboviral_Control/figures>. Acesso em: 18 de novembro de 2021

Embora as armadilhas sejam diferentes no design, tanto o AGO (E) quanto o GAT (D) alcançaram o efeito desejado superando as ovitraps padrão em atratividade para o Aedes. Estudos em Porto Rico demonstraram que a AGO capturou mais fêmeas grávidas e forneceu maior sensibilidade do que as ovitraps convencionais (JOHNSON et al., 2017), enquanto em testes no norte da Austrália, os GATs coletaram de 2 a 4 vezes mais Aedes do sexo feminino que duas variações de ovitraps, o MosquiTRAP e o ovitrap pegajoso duplo.

1.3 Motivação

Apesar da variação de modelos, todos eles precisam de um agente que faça o trabalho de campo de coletar os dados e prestar manutenção nas armadilhas. Em uma pesquisa bibliográfica encontrou-se apenas um modelo que emprega o conceito de IoT (Internet Of Things) em ovitrap o modelo desenvolvido por ISMALIZA ISA et al. (ISA et al., 2019)

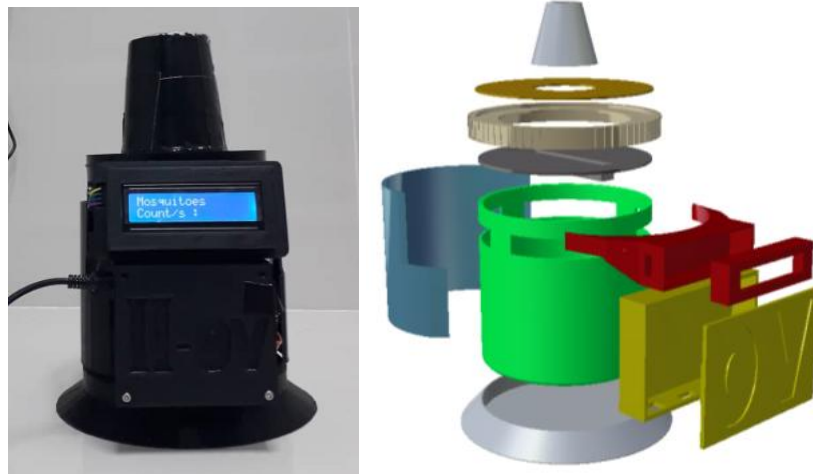


Figura 3 – Modelo de ovitrap desenvolvido por Ismaliza Isa et al.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337160411_An_IoT-Based_Ovitrap_System_Applied_for_Aedes_Mosquito_Surveillance/figures>. Acesso em: 18 de novembro de 2021

A Figura 3. mostra uma ovitrap sticker (captura o mosquito em uma fita adesiva), além de capturar o mosquito, a armadilha possui um sensor em seu interior que conta a quantidade de mosquitos que passaram pela armadilha, sendo eles capturados ou não por ela. Este número é mostrado no display da armadilha e enviado para uma aplicação web que pode ser acessada através de um navegador em qualquer dispositivo conectado à internet.

Diante do exposto, este trabalho busca desenvolver uma solução para o controle da população do mosquito Aedes, que seja mais rápida e eficaz que o método tradicional controle, utilizando para isso recursos de tecnologia.

1.4 Justificativa

O método tradicional de controle, exige trabalho de campo para coletar e analisar os dados das ovitraps. Este trabalho geralmente é feito por um ou mais agentes que vão até o local da armadilha para coletar os ovos e mosquitos para análises futuras. Tomando como exemplo um cenário com mais de 100 armadilhas, o trabalho de coleta de todas as armadilhas consumiria um tempo de deslocamento do agente, proporcional ao número de armadilhas. Este tempo poderia ser reduzido caso houvesse um sistema centralizado que exibisse os dados de todas as armadilhas em tempo real. Este sistema é uma das soluções que este trabalho propõe.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção busca-se descrever as etapas de desenvolvimento da solução proposta.

- Ovitrap:
 - Desenvolver uma ovitrap que atraía e capture mosquitos fêmea.
- Hardware:
 - Contar quantos mosquitos passaram pela armadilha.
 - Fotografar mosquitos e larvas.
 - Enviar dados coletados com respectiva geolocalização de maneira segura para um banco de dados.
- Software:
 - Receber dados de múltiplas armadilhas trata-los e armazena-los de maneira segura em um banco de dados.
 - Disponibilizar os dados armazenados para que sejam consumidos por outras aplicações.

2.1 Ovitrap

Um dos grandes desafios ao se desenvolver uma ovitrap é torna-la atraente para as fêmeas do mosquito, isto é, fazer com que a fêmea do mosquito deposite seus ovos na ovitrap e não em outro lugar próximo a ela. Testes feitos por (HOEL et al., 2011) e (PAZ-SOLDAN JOSH YUKICH et al., 2016) constataram que os mosquitos fêmeas são atraídos por ovitraps totalmente pretas.

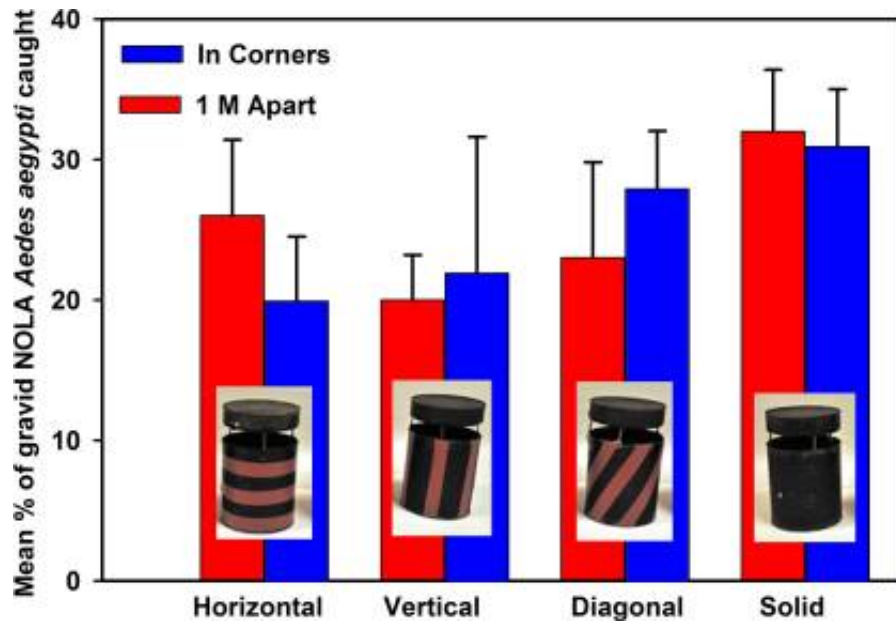


Figura 4 – Padrões em ovitraps

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4988764/figure/pone.0160386.g009/>>. Acesso em: 18 de novembro de 2021

Outro ponto relevante ao se projetar uma ovitrap é o seu tamanho, segundo (JOHNSON et al., 2017) ovitraps de tamanho grande são mais atrativas as fêmeas do mosquito que as ovitraps pequenas além de demandarem manutenções menos frequentes uma vez que as ovitraps pequenas tem taxas de evaporação de água muito maiores que as ovitraps grandes.

Levando em conta os pontos levantados anteriormente buscou-se desenvolver uma ovitrap atrativa as fêmeas do mosquito e que demandasse manutenções com pouca frequência.



Figura 5 – Ovitrap desenvolvida neste trabalho (sem sensores)

FONTE: Autor

A Figura 5 mostra o primeiro protótipo de ovitrap desenvolvido por este trabalho, ainda faltando os componente eletrônicos que serão colocados futuramente da seguinte forma:

Embaixo do prato superior será colocado o sensor laser e a câmera ESP32-CAM ambos apontando para o fundo da armadilha, ou seja quando o mosquito entrar na armadilha ele será fotografado e contabilizado. Estuda-se pintar o fundo interno da armadilha de verde para maior contraste com os mosquitos fotografados.

Também será colocada uma GoPro submersa na água contida no interior da armadilha que será responsável por fotografar periodicamente o desenvolvimento das larvas proveniente dos ovos depositados na armadilha.

Todas as imagens bem como informações como a quantidade de mosquitos e a localização da armadilha serão enviados via Wi-Fi pelo ESP32-CAM para uma API responsável por armazenar disponibilizar estes dados em Nuvem.

2.2 Hardware

Para que fosse possível contar os mosquitos que adentrassem na armadilha foram colocados peças de hardware na armadilha. Foram testados alguns módulos e sensores como o NodeMCU e o sensor Ultrassônico, porém devido a baixa precisão do sensor ultrassônico ele foi substituído por um sensor laser de maior precisão.

Os módulos sensores e câmeras utilizados na armadilha são:

2.2.1 NodeMCU

O NodeMCU é uma placa de desenvolvimento com módulo Wi-Fi integrado, compatível com as linguagens de programação: Lua, Python, JavaScript e IDE do Arduino .

2.2.2 VL53L0X (Time-of-Flight)

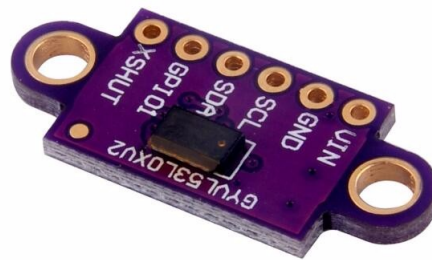


Figura 6 – VL53L0X-V2. (Time-of-Flight)

FONTE: Autor

O VL53L0X-V2 é um sensor a laser de tempo de voo, ele é responsável por detectar quando o mosquito entra na armadilha e mandar as informações para o NodeMCU.

2.3 Software

Para receber e armazenar os dados provenientes das armadilhas foi desenvolvido uma API em NodeJS, utilizando o framework Express e banco de dados Postgres.

APENDICE A - DOCUMENTO DE REQUISITOS

REFERÊNCIAS

- HOEL, D. F. et al. Efficacy of Ovitrap Colors and Patterns for Attracting *Aedes albopictus* at Suburban Field Sites in North-Central Florida. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2011.
- ISA, I. et al. An IoT-Based Ovitrap System Applied for *Aedes* Mosquito Surveillance. *IJEAT*, Out 2019.
- JOHNSON, B. J.; RITCHIE, S. A.; FONSECA, D. M. The State of the Art of Lethal Oviposition Trap-Based Mass Interventions for Arboviral Control. *Insects*, Jan 2017.
- LOK et al. An autocidal ovitrap for the control and possible eradication of *Aedes aegypti*. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Health*, p. 2669–2677, 1977.
- PAZ-SOLDAN JOSH YUKICH, A. S. V. A. et al. Design and Testing of Novel Lethal Ovitrap to Reduce Populations of *Aedes* Mosquitoes Community-Based Participatory Research between Industry Academia and Communities in Peru and Thailand. *Plos One*, n. 0160386, Aug 2016.