



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76  
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## **XXVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2022**

### **DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE GESTÃO DO TUBO KALILE V3.0 PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA EM INSETOS ALVO**

**Alberes Yank Pereira e Silva<sup>1</sup>; Antonia Lopes de Mendonça Zaidem<sup>2</sup>; Patrícia Valle Pinheiro<sup>3</sup> e Mirco Ragni<sup>4</sup>**

1. Bolsista PIBIT/CNPq, Graduando em Engenharia Física, Universidade Federal de Goiânia, e-mail: [albres3@discente.ufg.br](mailto:albres3@discente.ufg.br)
2. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Goiânia, e-mail: [zaidemantonia@gmail.com](mailto:zaidemantonia@gmail.com)
3. Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail: [patricia.pinheiro@embrapa.br](mailto:patricia.pinheiro@embrapa.br)
4. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [mirco@uefs.br](mailto:mirco@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** ARDUINO; Controlo Pragas; Google script.

### **INTRODUÇÃO**

A adaptação de insetos infestantes em plantações é particularmente rápida e, por conta disso, os agricultores, assim como o agronegócio todo, sofrem prejuízos significativos e com tendência a aumentar. As pulverizações, certamente não baratas, devem ser realizadas com uma maior frequência para garantir o controle populacional dos infestantes, diminuindo assim o lucro, a qualidade dos alimentos para a população e afetam negativamente os parâmetros de salubridade ambiental tanto nas áreas cultivadas, quanto naquelas próximas ao cultivo. Como exemplo, o impacto do uso descontrolado dos meios de combate às pragas sobre as abelhas e sobre a polinização e produção de mel (Francoy, 2019). Armadilhas baseadas em pulsos audiovisuais, certamente reduziriam os efeitos negativos sobre o meio ambiente. Porém, os resultados experimentais são ainda insuficientes para projetar armadilhas baseadas nesta tecnologia e que diferenciam entre insetos "bons" e insetos "ruins".

O Tubo Kalile em sua primeira versão foi desenvolvido para o estudo do tempo de reação dos insetos à exposição a diferentes intensidades e faixas espectrais da luz. Foi usado inicialmente para determinar a resposta a estímulos audiovisuais da *Diaphorina citri* (Kalile, 2019), equipado com LEDs UV e RGB, microfone e emissores sonoros, ambos piezoelétricos, para o estudo dos níveis de tolerância dos insetos às ondas mecânicas. A necessidade de intensificar os estudos e a obtenção das informações dos insetos fica evidente, bem como a necessidade de automatizar os ciclos de estímulos físicos e o registro das reações das cobaias, liberando os pesquisadores das operações rotineiras de liga/desliga dos emissores nos intervalos de tempo predeterminados. A primeira versão do Tubo Kalile, incentivou o desenvolvimento de uma terceira versão de tamanho maior e com um número de recursos significativamente aumentado permitindo maior discriminação do comportamento do inseto e uma diminuição do erro, representando uma melhoria importante para aumentar a definição da reação de cada espécie a fatores físicos.

Conseqüentemente, permitindo o desenvolvimento de armadilhas inteligentes para a proteção dos pomares usando estímulos físicos no lugar daqueles biológicos como feromônios ou químicos como a cola entomológica. Entretanto, o controle dos comandos da terceira versão do Tubo representa um desafio para o operador/pesquisador, manter sob controle todos os recursos pode ser algo extremamente oneroso, com sua complexidade deixando a preparação e a execução dos experimentos uma fase do trabalho muito lenta e ineficiente, especialmente porque os insetos possuem os próprios ciclos vitais e não podem ser deixados esperar por tempo prolongados enquanto o operador prepara o experimento. Assim, pensando na informatização das operações de gestão dos experimentos, a terceira versão do Tubo Kalile possui à disposição uma eletrônica de controle capaz de gerenciar cada emissor e cada sensor instalado. Dessa forma será possível programar não somente a execução dos experimentos, mas também como eles serão executados. A título de exemplo, um possível experimento que será possível realizar é aquele que prevê o ligamento e desligamento automático dos emissores UV a intervalos de tempo programados, permitindo assim a determinação da reação comportamental a tal estímulo de abelhas e insetos pragas, como a mosca branca (*Bemisia tabaci*), importante praga agrícola em todo o mundo. Esse tipo de informação pode dar o considerável resultado da diferenciação dos tempos de reação, indicando claramente como deve ser configurada uma armadilha, baseada nessa tecnologia, para ela emita luz ultravioleta a intervalos predeterminados não afetando as abelhas e atraindo as pragas. Ainda, estudando os tempos e as intensidades de emissão, pode ser descoberta a forma de viciar o inseto fazendo com que, ciclicamente, se aproxime e se afaste da fonte de luz UV, até morrer por falta de alimentação. É necessário que a eletrônica de controle do Tubo seja interconectada a um software de gestão, aquisição e registro dos dados. Seguindo a tendência mundial nesse tipo de problema, se pensou no IoT (Internet of Things) (Gillis, 2021). Embora o Tubo não seja um objeto de uso cotidiano, a tecnologia IoT se adequa perfeitamente ao problema que se pretende solucionar, principalmente no que diz respeito à disponibilização dos resultados dos experimentos entre as equipes parceiras do projeto. O software, cuja realização é objetivo, permite ao mesmo tempo a configuração dos experimentos e registrar os resultados num sistema de distribuição das informações on-line com acesso controlado. Nos últimos anos, várias plataformas foram desenvolvidas para permitir a criação desse tipo de software. A escolha foi placa eletrônica microcontrolada ARDUINO (Arduino, 2021), para a gestão dos dispositivos do Tubo Kalile, e a plataforma Apps Script (Google, 2021) para o desenvolvimento do software de gestão e registro dos dados. A estabilidade das empresas envolvidas garante que o produto gerado terá uma vida útil adequada aos estudos previstos para as próximas décadas. Além disso, as placas ARDUINO possuem custos considerados como acessíveis por grande parte dos pesquisadores, junto com a disponibilidade gratuita do Apps Script para contas Gmail, permite que o Tubo seja replicado e distribuído para pesquisadores parceiros da EMBRAPA que poderão inclusive realizar upgrades e customizá-lo de acordo com as próprias exigências.

## **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)**

Para alcançar o objetivo previsto de um sistema de controle para a eletrônica do Tubo Kalile V3.0 foi aplicado o método de programação WebUSB (Beaufort, 2021) para

comunicação serial e gestão dos dados coletados de dispositivos ARDUINO Uno WiFi REV2, ARDUINO Leonardo, ARDUINO Nano ou ARDUINO Mega usados durante os testes em porta USB, com o sistema de gestão remota via internet desenvolvido através de linguagens de programação JavaScript, HTML e CSS, utilizando Apps Script para ambiente de programação e integração com planilha Google Sheets. A Placa ARDUINO instalada no Tubo possui a mesma estrutura hardware da versão sem WiFi e é programada da mesma forma e com a mesma linguagem. Todavia, o seu uso é significativamente mais complexo por conta da conectividade wireless e da gestão remota via internet.

### **RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)**

Foi desenvolvido o software de gestão das placas microcontroladas ARDUINO Leonardo utilizadas no controle dos atuadores e sensores do Tubo Kalile V3.0. Este software atua como um Sistema Operacional que permite executar as funções de controle, monitoramento e manipulação de dados. A comunicação entre WebApp de controle e o Sistema Operacional carregado na eletrônica do Tubo Kalile foi possível graças à WebUSB Application Program Interface (W3c, 2022). O acesso a esta API é obtido usando rotinas escritas na linguagem JavaScript que, foram inseridas na WebApp, desenvolvida em HTML, permitindo assim a conexão serial entre dispositivos como computadores, celulares ou tablets conectados via porta USB com o Tubo Kalile.

O código destinado às placas ARDUINO foi desenvolvido usando o estilo de programação linear, garantindo assim um controle de software frequente do contador que simula os interrupts. As ferramentas App Script e Google SpreadSheets da Plataforma Workspace do Google foram utilizadas para o desenvolvimento da WebApp e para o armazenamento automático dos dados em planilhas, respectivamente. Em particular, a WebApp foi escrita usando as linguagens de programação JavaScript, HTML e CSS, enquanto o uso do Workspace permite uma conexão direta com as planilhas eletrônicas nas quais são gravadas todas as informações relacionadas com os experimentos conduzidos no Tubo. Vale salientar que, uma das grandes vantagens no uso dessas planilhas é que, além de permitir o compartilhamento na nuvem, possuem um conjunto de ferramentas para análise estatística e produção de gráficos. A ferramenta App Script também possibilitou inserir aspectos de segurança virtual para monitoramento de acesso que foram testados nas placas ARDUINO Mega, ARDUINO Uno WiFi REV2, ARDUINO Nano e, obviamente, ARDUINO Leonardo. Vale salientar que o sistema de implantação de WebApp e bibliotecas do App Script permitiu realizar rapidamente os testes necessários em fase de desenvolvimento.

Os testes finais sobre o Sistema de Gestão do Tubo Kalile V3.0 mostraram uma eficiência que está dentro dos limites desejados, permitindo executar os experimentos em tempos reduzidos se comparados com aqueles necessários para executar manualmente as operações de configuração e monitoramento dos dados típicos do Tubo Kalile V1.0. Em particular, o Sistema proporciona vantagens na medição, obtenção das informações sobre a resposta dos insetos e permite uma rápida configuração, inclusive por pesquisadores sem preparação na área de programação, para a execução automatizada de ciclos de estímulos áudio visuais com potencial atrator para insetos praga específicos, liberando o operador de operações tipo liga-desliga dos dispositivos embarcados em momentos específicos do experimento.



**Figura 1:** Simulação de teste e funcionamento do Sistema K3App de Gestão do Tubo Kalile V3.0, coletando dados de um dispositivo ARDUINO pela porta USB.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O software de gestão dos dispositivos instalados no Tubo Kalile permite a diminuição do tempo de execução dos experimentos e possibilita gravar na memória do Sistema ciclos de estímulos pré-programados que o usuário poderá chamar e modificar de acordo com a necessidade experimental. Esses ciclos serão antes teoricamente pensados e depois, eventualmente, modificados com base na experiência e nas respostas dos insetos. Além disso, a aplicação do software colabora no desenvolvimento de armadilhas de pulsos audiovisuais específicos para cada tipo de inseto alvo e possibilita a criação de produtos com potencial comercial.

## REFERÊNCIAS

- KALILE, M.; MAGALHÃES, D.; RAGNI, M.; FANCELLI, M. 2019. Efeitos da Radiação Eletromagnética LASER em *Diaphorina citri*. *Sitentibus Série Ciências Físicas*. 15: p.5-26.
- FRANCOY, T. M. 2019 [online]. *Morte de meio bilhão de abelhas é consequência de agrotóxicos*. *Jornal da USP*. Homepage: <https://jornal.usp.br/atualidades/morte-de-meio-bilhao-de-abelhas-e-consequencia-de-agrotoxicos/>
- BEAUFORT, Group. 2021 [online]. *Acesse dispositivos USB na Web*. Homepage: <https://web.dev/i18n/pt/usb/>
- W3C, Group. 2022 [online]. *WebUSB Application Program Interface*. Homepage: <https://wicg.github.io/webusb/>
- GILLIS, A. 2021. "What is internet of things (IoT)?" . *IOT Agenda*.
- ARDUINO, CIA. 2021 [online]. *Arduino software*. Homepage: <https://www.arduino.cc>
- GOOGLE, LLC. 2021 [online]. *Apps Script*. Homepage: <https://developers.google.com/apps-script>