



**FUNDAÇÃO ROGE**  
UNIDADE SOCIAL EDUCACIONAL  
Centro Educacional LIMASSIS  
DELFIN MOREIRA - MG  
Autorização Portaria 421/2003 - MG 19/07/03

Cilvana Lara da Mata

Davi Mota Pereira de Assis

**CONTROLE SONORO DA CIGARRINHA-DO-MILHO (*Dalbulus  
maidis*)**

Trabalho de formação técnica apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Técnico em Agropecuária do Centro Educacional LIMASSIS – FUNDAÇÃO ROGE, sob a orientação da professora Thays Cordeiro Mota Lorena.

DELFIN MOREIRA - MG

2022

## RESUMO

O milho (*zea mays*) é uma cultura agrícola de grande importância no cenário brasileiro e recentemente vem sofrendo severos danos causados pelas doenças transmitidas pelas cigarrinhas-do-milho (*Dalbulus maidis*). Em busca de controlar a população dessa praga e reduzir os prejuízos causados tem-se utilizado cultivares mais resistentes e aplicações com inseticidas, que traz consigo a dependência aos agrotóxicos, a contaminação do solo e das águas, a intoxicação de seus colaboradores e aumenta os custos de produção. Diante disto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma forma alternativa de controle à cigarrinha-do-milho através da utilização de ondas sonoras. Foram testadas as emissões de 200Hz, 300Hz, 400Hz, 500Hz, 600, 700Hz, 800Hz, 900Hz e 1000Hz, sendo observado alteração do comportamento dos adultos do inseto quando aplicado a frequência de 700Hz, onde observou-se migração ou letargia dos que permaneceram no local. Para conseguir disseminar as ondas sonoras na lavoura foi criado um protótipo capaz de comportar caixas de som e uma bateria externa alimentada por um painel solar sustentado sobre canos de PVC ajustável. Para avaliar a ação do protótipo, fez-se três experimentos, um com o protótipo com 1 caixa de som, outro com 2 caixas de som e outro com sistema de geração de energia fotovoltaica. No primeiro teste, verificou-se que o protótipo não atingiu amplitude necessária e então não alterou o comportamento das cigarrinhas-do-milho nos pontos amostrais distantes. No segundo teste o protótipo mostrou-se eficiente sendo observados efeitos de migração, letargia e morte após 4 minutos de funcionamento e no terceiro teste não foi possível concluir se o protótipo é capaz de controlar a população de cigarrinha-do-milho, visto que parou de funcionar devido ao superaquecimento.

**Palavras-chave:** Cigarrinha-do-milho. Controle. Sonoro. Praga.

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário mundial, o Brasil é, atualmente, o quinto maior exportador de produtos agropecuários — dado que se baseia no valor monetário obtido através das exportações — e o terceiro maior usuário de pesticidas (FAO, 2021). Nosso país também é conhecido por ser o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo que na safra de 2020/21 teve uma produção de 86 milhões de toneladas e espera-se para a próxima uma produção de 118 milhões de toneladas (FARMNEWS, 2021).

Neste contexto, o uso de agrotóxicos representa um enorme gasto ao país, chegando a US\$ 8,8 bilhões no ano de 2017, de acordo com a Andef - Associação Nacional de Defesa Vegetal (MELO, 2019). Além do custo, é necessário considerar que o uso intensivo de agrotóxicos utilizados no controle de doenças, pragas e plantas invasoras na agricultura promovem problemas de ordem ambiental e à saúde humana.

Morandi & Bettioli (2009), relatam a contaminação dos alimentos, do solo, da água e de animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de seres patogênicos, de pragas e de plantas invasoras a certos princípios ativos dos agrotóxicos; o surgimento de doenças iatrogênicas; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; o extermínio de organismos benéficos e a redução da biodiversidade. Enquanto que Schwartz e Smith (1997) apud Faria *et al.* (2004), fizeram um estudo nos Estados Unidos da América, durante um período de 6 anos, e constataram que os pesticidas foram responsáveis por 341 mortes, 25.418 hospitalizações e 338.170 casos de intoxicações, o que representava 40 % do total das intoxicações no país.

Nestas circunstâncias, aliada à preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com agrotóxicos, o cenário agrícola está sendo alterado. O uso de técnicas capazes de substituir a aplicação de produtos químicos, permitindo o desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de agrotóxicos estão sendo mais almejadas.

Diversos estudos comprovam que ondas sonoras afetam os insetos de diferentes maneiras. Giovanella (2013) comprova que dependendo das frequências sonoras que cupins de madeira seca (*Cryptotermes* sp.) são expostos, é possível

causar letargia e danos permanentes no sistema de equilíbrio. Corroborando, Pertot *et al.* (2016), comprovaram que utilizar vibrações sonoras com frequências, intensidades e padrões temporais específicos, em conjunto com odor de feromônios, perturba a reprodução da espécie *S. titanus*, impedindo o acasalamento de mais de 90% dos pares desses insetos.

O milho é uma planta anual, reconhecido como o principal insumo para as produções avícolas e suínas, possui grande papel na bovinocultura e tem importância estratégica para a segurança alimentar do brasileiro (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2016). Contudo, a intensificação do cultivo no sistema “safrinha” quebrou a sazonalidade de plantio, aumentando a pressão de pragas e doenças específicas deste cereal (WAQUIL, 2004).

Nos últimos anos a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*, pertencente a ordem Hemiptera e à família Cicadellidae vem ganhando destaque devido aos danos causados ao cultivo de milho, tanto em safra quanto em safrinha. Na fase adulta, estes insetos provocam injúrias nas plantas através da sucção de seiva e transmissão de agentes patogênicos como mollicutes (bactérias) e vírus, responsáveis pelo desenvolvimento de três doenças: enfezamento vermelho, enfezamento pálido e risca do milho (EQUIPE FIELDVIEW™, 2021; WAQUIL, 2004; COTA *et al.* 2021). Quando presente nas lavouras, são observados no cartucho do milho, possuem coloração branco-palha, medem em torno de 3,5 a 4,5 mm de comprimento quando totalmente desenvolvidos (SEMENTES BIOMATRIX, 2020), Figura 1.

Figura 1:Cigarrinha-do-Milho.



Fonte: PINTO (2021).

Embora o milho seja o único hospedeiro conhecido desse inseto no Brasil, o mesmo pode usar outras plantas como sorgo, trigo e espécies do gênero *brachiaria* como alojamento (COTA *et al.*, 2021).

As doenças transmitidas pela cigarrinha causam sintomas como: redução de crescimento e desenvolvimento das plantas; encurtamento dos entre-nós; redução no tamanho das espigas, com grãos chochos ou poucos grãos; descoloração na margem ou avermelhamento das folhas; formação reduzida de raízes; brotamento nas axilas das folhas; emissão de perfilhos na base das plantas; secamento precoce e morte; perda total da produção e enfraquecimento dos colmos com favorecimento às infecções fúngicas que resultam em tombamento (COTA *et al.* 2021; EQUIPE MAIS SOJA, 2020)

As perdas devido aos enfezamentos transmitidos pela *Dalbulus maidis* podem chegar a 100%, em função da época de infecção e da suscetibilidade da cultivar plantada (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Cota *et al.*, (2021) afirmam que esta é uma das razões pelas quais os enfezamentos do milho têm se destacado entre as doenças mais preocupantes para a cultura nas últimas safras.

Perante o exposto, este trabalho apresenta um modelo alternativo a ser utilizado no controle da cigarrinha-do-milho, por meio de um dispositivo capaz de emitir frequências sonoras, durante o ciclo de cultivo do milho, fazendo o controle da população na lavoura sem utilizar agrotóxicos.

## **1.1 Objetivo geral**

Controlar a população da cigarrinha-do-milho, praga secundária da cultura do milho que está causando grandes prejuízos nos cultivos atuais por meio do uso de frequência sonoras, reduzindo o uso de agrotóxicos.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- Realizar testes que avaliam a ação da frequência sonora sobre os insetos presentes na lavoura experimental;
- desenvolver um protótipo que gera frequências sonoras, utilizando-se da energia fotovoltaica;

- avaliar a eficiência do protótipo no controle da população da cigarrinha-do-milho.

## **2 DE/SCRIÇÃO DO CASO – Relato do problema observado**

O milho (*Zea mays*) é uma cultura muito importante para o nosso país. Peixoto (2001), cita que os frangos e suínos podem ser considerados como um "subproduto" do milho, dada a importância deste na alimentação dos mesmos e a dependência deste insumo para o setor. Ele também é considerado como uma fonte extremamente barata de proteína e energia e está presente na alimentação brasileira há séculos, tanto que faz parte de vários pratos comuns como: farinha de milho, fubá, canjica, polenta, cuscuz (NIDERA, 2021). De acordo com o mesmo autor, o produto também tem grande importância econômica para o país, visto que em 2020 o milho registrou um Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) de mais de R\$99 bilhões, representando aproximadamente 11% da produção agropecuária e mais de 17% da produção agrícola do país.

Devido à intensificação dos cultivos de milho, não havendo quebra de ciclo produtivo, a infestação com *Dalbulus maidis* também intensificou, atingindo tanto a primeira quanto a segunda safra em praticamente todas as regiões de nosso país, podendo causar perdas superiores a 90% da lavoura através das doenças que transmite, mas isso depende de fatores como a época de infecção e da suscetibilidade da variedade plantada (COTA *et al.*, 2021). Corroborando, Paniago (2020), afirma que estes insetos se tornam transmissores de patógenos após se alimentar de uma planta contaminada.

Na cultura do milho, a cigarrinha transmite o *Spiroplasma kunkelii* –responsável pela doença denominada enfezamento pálido, o *Maize bushy stunt* – fitoplasma responsável pelo enfezamento vermelho e o vírus *Maize rayado fino vírus* (MRFV) -, causador da risca do milho.

Os sintomas do enfezamento pálido consistem em estrias cloróticas delimitadas, plantas com altura reduzida, encurtamento de entrenós, brotos nas axilas foliares, cor avermelhada nas folhas, enfraquecimento dos colmos e proliferação das espigas (COTA *et al.*, 2021), Figura 2 e Figura 3. De acordo com o mesmo autor, o

enfezamento vermelho caracteriza-se amarelecimento e/ou avermelhamento das folhas, perfilhamento e proliferação das espigas por planta.

A risca do milho, também denominada raiado fino; forma pequenos pontos cloróticos nas folhas que, com o avanço da doença formam linhas ao longo das nervuras (SABATO, 2013), Figura 4 a 7. Segundo Cota *et al.* (2021), quando ocorre infecção precoce pelo MRFV pode haver redução de crescimento e abortamento das gemas florais.

Figura 2: Plantação de milho com sintomas de enfezamento



Fonte: O autor, 2022.

Figura 3: Sintoma de enfezamento pálido.



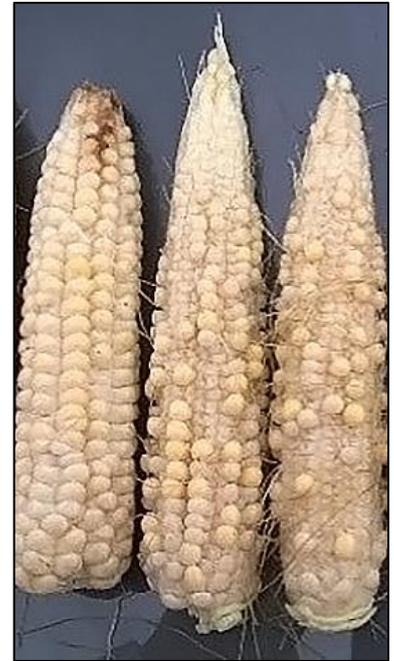
Fonte: SEMENTES BIOMATRIX (2020).

Figura 4: Sintoma de risca do milho e enfezamento vermelho.



Fonte: Os Autores, 2022.

Figura 5: Mau desenvolvimento da espiga de milho.



Fonte: SEMENTES BIOMATRIX (2020).

Figura 6: Lavoura de milho afetada pelo enfezamento vermelho.



Fonte: Os Autores, 2022.

Figura 7: Desenvolvimento afetado da espiga de milho.



Fonte: Os Autores, 2022.

O controle da cigarrinha-do-milho pode ser realizado de maneira cultural, biológica ou química. O controle cultural consiste na eliminação do milho tiguera, não cultivo de outras gramíneas em sequência ao milho, escolha de híbridos resistentes aos agentes patogênicos transmitidos, planejamento do plantio evitando pontes verdes e não sementeira ao lado de lavouras adultas com plantas doentes para que não ocorra migração de cigarrinha. O controle biológico mais conhecido é a utilização do fungo *Beauveria*. E o controle químico, utilizado na maior parte das propriedades produtoras de milho devido à sua maior popularidade e rápida ação ativa, consiste na aplicação de agrotóxicos a base Tiametoxam, Lambda-Cialotrina, Imidacloprido, Beta-ciflutrina, Clotianidina, Bifentrina e Carbossulfano.

Entretanto nas últimas safras, as propriedades enfrentaram problemas como a susceptibilidade à cigarrinha-do-milho, trazendo necessidade de utilizar alternativas de controle para evitar perdas de produção. Dentre o método mais utilizado, o químico, traz consigo a dependência de agrotóxicos, contaminação do solo e das águas, intoxicação de seus colaboradores, entre outros. Corroborando com o alto custo e dependência dos produtores dos mesmos, conforme divulgado por meio de notícias que “associações de produtores pediram ao governo federal providências sobre a alta de preços de defensivos...” (G1, 2022).

## **2.1 Contexto**

O presente estudo foi conduzido na Fazenda Santo Antônio, propriedade do localizada no bairro Berizal, no município de Tremembé, São Paulo, Figura 8. A propriedade possui área total de aproximadamente 500 hectares, onde é realizado atividade agrícola em 420 hectares com cultivo de milho, arroz, soja, aveia e trigo e no restante da área é conduzida a pecuária de corte. A produção agrícola é vendida como milho em grão a granel e ensacado, silagem ensacada e a granel, grãos de aveia ensacados, fubá, farelo de aveia e de soja e grãos de soja ensacados.

Figura 8: Vista aérea da área de beneficiamento e venda da propriedade.



Fonte: Google Earth (2022).

Para o plantio de milho, o proprietário utiliza variedades da empresa Brevant e KWS, citando dentre elas: 2688pwu, 2610pwu, 2701pwu, 2782pwu, 7640leptra e 9555leptra. Entretanto ele não se limita a essas variedades ou empresas e sempre usa variedades diferentes para testar sua produção e resistência à cigarrinha-do-milho.

O cultivo do milho acontece ininterruptamente ao longo de todo o ano na propriedade em sistema irrigado, ocorrendo rotação de cultura na gleba.

Na safra 2021/2022, a área de cultivo foi atacada por diversas pragas, tendo destaque os danos causados pelas doenças transmitidas pela cigarrinha-do-milho. As variações de danos observadas dependem muito da variedade e de sua tolerância aos mollicutes e vírus (agentes patogênicos). De modo a fazer o controle, o produtor fez aproximadamente 3 aplicações de diferentes agrotóxicos e realizou 2 aplicações de controle biológico, sendo gasto no total R\$500.000,00. Contudo, estas medidas não foram totalmente eficazes e houve redução da produtividade variando de 7 a 15% nas áreas de cultivo.

Na área onde foi realizado o presente estudo, o milho cultivado é a variedade K9555 VIP3, da empresa KWS, híbrido de alto nível tecnológico, que pode ser destinado para a produção de grãos ou de silagem. É tolerante à helmintosporiose;

mancha branca; ferrugem polissora; grãos ardidos, doenças de colmo e altamente resistente aos enfezamentos.

Entretanto, mesmo com essas características observou-se danos com o enfezamento vermelho e risca do milho, tendo as raízes afetadas, crescimento desacelerado e redução do desenvolvimento de espigas, além disso, houve gastos com as aplicações de agrotóxicos.

O produtor afirma que recorrer a outros métodos de controle, que não os químicos, ajudaria a ter benefícios financeiros e faria com que houvesse um melhor equilíbrio biológico na propriedade.

### **3 PROPOSTA – Para a solução do problema**

Para controlar a população de cigarrinha-do-milho da propriedade, o presente trabalho desenvolveu um protótipo capaz de fazer a emissão de frequências sonoras de 700Hz, alimentado por energia solar que deverá ser instalado na lavoura do milho logo após a germinação e ficar ativo sem interrupções até a colheita.

#### **3.1 Descrição do produto**

Para determinar a frequência sonora capaz de causar algum dano à vida das cigarrinha-do-milho, no dia 23 de abril de 2022, na fazenda Santo Antônio, realizou-se uma avaliação do efeito de diferentes frequências sonoras. Foram testadas as emissões de 200Hz, 300Hz, 400Hz, 500Hz, 600, 700Hz, 800Hz, 900Hz e 1000Hz. Observou-se a alteração do comportamento dos adultos do inseto, migração ou letargia dos que permaneceram no local quando aplicado a frequência de 700Hz. As cigarrinhas também reagiram com a frequência de 300Hz, 500Hz e 600Hz, mas as reações não foram tão impactantes em relação à frequência de 700Hz. Em todos os testes restantes não se observou nenhuma alteração comportamental.

Desta maneira, elaborou-se um protótipo, utilizando duas caixas de som capazes de emitir frequência sonora de 700Hz abrigadas por uma ratoeira da marca Quimiagri e alimentadas por uma bateria portátil carregada por uma placa solar.

Este protótipo é fixado em um cano PVC, que permite regular a altura através do uso de um vergalhão de 10 cm. Este dispositivo deverá ser instalado nas lavouras

logo após a emergência das plantas e funcionar durante todo o dia e noite, ou seja, de maneira frequente e ininterrupta.

A ratoeira é um acessório plástico com função original de acondicionamento de isca raticida (Figura 9). Seu espaço interno é grande o suficiente para abrigar duas caixas pequenas de som e uma bateria para alimentá-las, servindo como proteção à chuva e luz solar.

Figura 9: Ratoeira usada no protótipo.



Fonte: QUIMIAGRI (2019).

As caixas de som usadas são do modelo WS-887, com tecnologia de conectividade Bluetooth e USB, possuem formato cilíndrico, o que faz com que se adequem facilmente às saídas disponíveis na ratoeira, e ainda apresentam grande potência de emissão do som. Elas pesam 800g e tem a duração de bateria estimada em 3 horas, Figura 10. Escolhemos as mesmas devido ao custo e a grande potência, quando comparada a outras caixas do mesmo tamanho. Além disso, possuem formato cilíndrico que se adequa mais facilmente as saídas disponíveis na ratoeira.

As frequências usadas foram destinadas de dois aplicativos denominados: “Gerador de Frequência” do desenvolvedor Hoel Boedec e “Gerador de Som de Frequência” do desenvolvedor LuxDeLux.

Figura 10: Caixa de som usada.



Fonte: Os Autores, 2022.

Para manter o funcionamento das caixinhas de som foi usada uma bateria portátil, popularmente conhecida como Power Bank, da marca I2GO, com capacidade de 10000mAh, com dimensões de 14 x 2.2 x 14 cm e peso de 240g. Possui 2 entradas USB, o que torna possível carregar 2 aparelhos ao mesmo tempo Figura 11. Também tem proteção contra sobrecorrente, sobre tensão e superaquecimento (AMAZON, 2022). Essa bateria é conectada às caixinhas de som através de 2 fios USB com saída V8, as quais não nos tiveram custo, pois, vieram acompanhando os próprios aparelhos. Para carregar a bateria foi utilizada uma placa solar.

Figura 11: Bateria portátil.



Fonte: AMAZON (2022).

A placa solar utilizada é provida de um Kit de carregador solar da marca cdr03. Esse kit inclui um cabo P4 Fêmea, uma placa solar e um conversor USB Step Down Figura 12. O cabo é conectado na placa solar e tem entrada P4 fêmea. A placa solar tem potência de 3,5W, tensão máxima em circuito aberto de 11,1V, tensão de saída máxima de 9V, corrente máxima de saída de 0,38A, temperatura de operação de -10°C e 55°C e apresenta as seguintes dimensões: 25cm x 14cm x 1,7cm. O conversor USB converte a entrada de 6V a 26V para saída de 5,2V, para que torne possível realizar o carregamento de dispositivos que utilizam a tensão de 5V. Esse conversor tem 2 saídas USB e pesa 5,5 g (CASA DA ROBÓTICA, 2022). Ela carrega a bateria portátil conectando-se à mesma através de um fio USB com entrada V8.

Figura 12: Placa solar e cabo P4.



Fonte: CASA DE ROBÓTICA (2022).

A base do protótipo consiste em dois canos de PVC da marca Tigre, um com bitola de 75mm e outro de 100mm e ambos com altura de 1m, Figura 13 e Figura 14. No cano de maior bitola foram feitos 16 furos, com o auxílio de uma furadeira, a cada 10 centímetros de distância, contados a partir da base. No cano menor foram feitos seis furos, dos quais quatro deles estão 5 cm abaixo de sua parte superior, furados em forma de “cruz” e 2 deles estão 10 cm acima da base. Eles têm como principal objetivo ajustar a altura do protótipo em relação à do milho e assim melhorar a eficácia de instalação e desempenho.

Para ajustar a altura deve-se colocar o cano de 75mm dentro do cano de 100mm, coincidir a direção dos furos e inserir um vergalhão, ou algum outro objeto que se compatibiliza nos furos, na altura desejada.

Figura 13: Base do protótipo vista de um local afastado.



Fonte: Os Autores, 2022.

Figura 24: Base do protótipo vista de um local próximo.



Fonte: Os Autores, 2022.

Para fixar o protótipo em cima da base fez-se 4 furos na ratoeira, sendo 2 nas extremidades horizontais e 2 nas extremidades verticais, formando uma “cruz”. Após isso, foram passados por esses furos dois fios de sisal pretos e logo em seguida passaram-se esses fios pelos 4 furos feitos no cano mais fino, como pode ser visualizado na figura 15.

Figura 15: Fio de sisal usado para a fixação do protótipo.



Fonte: Os Autores, 2022.

Para a instalação do protótipo na lavoura, fez-se um buraco de 20 cm de profundidade e depois colocou-se a base nesse buraco e usou-se de terra batida para prendê-lo, deixando-o estável, conforme por ser visualizado na Figura 16.

Figura 16: Fixação do protótipo no solo da lavoura.



Fonte: Os Autores, 2022.

Para que o cano menor não balançasse dentro do maior foi colocada palhada de milho no espaço, como pode ser notada na figura 15.

Figura 15: Foto do protótipo funcionando na lavoura.



Fonte: Os Autores, 2022

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido nesse estudo apresentou custo total de R\$ 385,27, peso de 1,36kg com dimensões de 21 cm x 17 cm x 10 cm e possui os itens apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos itens e custos do protótipo.

Materiais Utilizados	Preço (R\$)
Cano PVC (75 mm)	R\$ 18,00
Cano PVC (100 mm)	R\$ 20,00
Ratoeira Quimiagri	R\$ 10,00
Caixas de som	R\$ 26,00
Cordas	Não houve custo
Vergalhão	Não houve custo
Bateria Externa	R\$ 118,80
Placa Solar	R\$ 122,47
Cartões de memória	R\$ 70,00
Cabos USB	Não houve custo
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 385,27</b>

Fonte: Os Autores, 2022.

Foram aferidos os níveis de pressão sonora em ambiente externo gerados pelo protótipo num raio de até de 10 metros de distância do mesmo, fazendo o uso de um decibelímetro da empresa Instrutherm, e foi gerada a tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de pressão sonora com o uso do protótipo

Níveis de pressão sonora com o uso do protótipo			
Pressão sonora do ambiente sem fazer o uso do protótipo			
Pressão máxima	53,0 dBA	Pressão mínima	37,7 dBA
Pressão sonora máxima do ambiente fazendo o uso do protótipo com a lateral fechada voltada para o equipamento			
Distância de 10 cm do protótipo	Pressão máxima		88,6 dBA
Distância de 2 m do protótipo	Pressão máxima		74,9 dBA
Distância de 5 m do protótipo	Pressão máxima		65,2 dBA
Distância de 10 m do protótipo	Pressão máxima		61,1 dBA
Pressão sonora máxima do ambiente fazendo o uso do protótipo com a lateral aberta (com a caixinha) voltada para o equipamento			
Distância de 10 cm do protótipo	Pressão máxima		90,2 dBA
Distância de 2 m do protótipo	Pressão máxima		76,3 dBA
Distância de 5 m do protótipo	Pressão máxima		74,5 dBA
Distância de 10 m do protótipo	Pressão máxima		71,7 dBA

Fonte: Os Autores, 2022.

Para avaliar a eficiência do protótipo no controle das cigarrinhas foram feitos 3 testes experimentais realizados em 14 de maio, 10 de junho e 13 de agosto de 2022 denominados como experimento 1, 2 e 3 respectivamente.

No experimento 1, o protótipo estava com apenas 1 caixa de som e ainda não possuía carregador de bateria solar. O estudo foi realizado em uma área de 20 m<sup>2</sup>, onde fez-se 5 pontos de avaliação da ação do protótipo à cigarrinha-do-milho. Na tabela 4 e na Figura 16 é possível visualizar as coordenadas utilizadas no experimento 1 bem como a disposição dos pontos na área.

Tabela 4 – Coordenadas usadas no 1º experimento.

Descrição	Latitude	Longitude
Coordenada central da área experimental	22°56'53.24" S	45°35'37.61"O
Ponto de observação 1	22°56'53.13"S	45°35'37.61"O
Ponto de observação 2	22°56'53.23"S	45°35'37.56"O
Ponto de observação 3	22°56'53.30"S	45°35'37.63"O
Ponto de observação 4	22°56'53.19"S	45°35'37.68"O

Ponto de observação 5	22°56'53.22"S	45°35'37.62"O
-----------------------	---------------	---------------

Fonte: Os Autores, 2022.

Figura 16: Disposição dos pontos de observação e de delimitação do experimento 1.



Fonte: GOOGLE EARTH (2022).

Na Tabela 4 é possível observar as informações sobre a lavoura e as condições climáticas no dia da avaliação.

Tabela 4 – Características do milho utilizado no experimento 1.

Informações sobre o milho - Experimento 1	
Variedade do milho	KWS 9555
Fase	V10
Altura média	1,60 m
Distância entre linhas de plantio	78 cm
Distância entre plantas na mesma linha de	26 cm
Temperatura do dia de teste	23°C
Status do dia de teste	Ensolarado

Fonte: Os Autores, 2022.

Durante as avaliações observou-se alterações de comportamento dos adultos da cigarrinha do milho, classificando-se através de uma tabela de reação, elaborada pelos autores, propondo pontuação de 0 a 5, sendo 0 para quando os insetos não

apresentarem nenhuma reação e 5 quando morrerem em função da frequência emitida, como descritas na tabela 5.

Tabela 5 – Tabela de reação das cigarrinhas.

Tabela de reação	
Escore de reação	Descrição
0	Não apresentou diferença alguma em relação ao comportamento normal das cigarrinhas.
1	Apresentou poucas alterações em relação ao comportamento normal das cigarrinhas.
2	Afetou os animais com baixa intensidade. O comportamento apresentado foi diferente em relação ao comportamento normal das cigarrinhas.
3	Afetou de forma moderada em relação ao comportamento normal das cigarrinhas. Os insetos ficaram inquietos, apresentando sinais de letargia e/ou agitação intensa em diferentes períodos da exposição.
4	Afetou de forma moderada à intensa ao longo do tempo em relação ao comportamento normal das cigarrinhas. Houve variações abruptas de comportamento.
5	Afetou de forma intensa do início ao fim do teste em relação ao comportamento normal das cigarrinhas. Houve letargia e/ou agitação intensa durante todo o período de exposição, podendo apresentar morte de alguns indivíduos.

Fonte: Os Autores, 2022.

Durante o período de 10 minutos o protótipo foi ligado no Ponto de observação 1, emitindo as frequências sonoras a 700Hz e fez-se análise do comportamento das cigarrinhas.

Após a coleta dos dados, foi realizado média e os resultados podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados de reação do 1º experimento.

Resultados de reação	
Ponto de observação	Escore de reação
Ponto de observação 1	3
Ponto de observação 2	1

Ponto de observação 3	1
Ponto de observação 4	2
Ponto de observação 5	2

Fonte: Os Autores, 2022.

As cigarrinhas que estavam próximos ao protótipo se afastaram ou ficaram letárgicas, mas nos demais pontos de observação não houve mudança de comportamento. Estes resultados podem ser decorrentes do uso de apenas uma caixa de som, de maneira que a frequência sonora não conseguiu se espalhar pela plantação pela falta de amplitude.

Desta maneira optou-se por adicionar mais uma caixa de som ao protótipo, e realizar o experimento 2.

Para esse teste delimitou-se também uma área de 20 m<sup>2</sup>, com 5 pontos de observação da ação do protótipo à cigarrinha-do-milho. Na tabela 7 e na Figura 17 é possível visualizar as coordenadas utilizadas no experimento 2 bem como a disposição dos pontos na área.

Tabela 7 – Coordenadas usadas no experimento 2.

Pontos	Latitude	Longitude
Coordenada central da área experimental	22°57'7.80"S	45°35'21.04"O
Ponto de observação 1	22°57'7.81"S	45°35'20.95"O
Ponto de observação 2	22°57'7.73"S	45°35'21.00"O
Ponto de observação 3	22°57'7.87"S	45°35'21.07"O
Ponto de observação 4	22°57'7.79"S	45°35'21.13"O
Ponto de observação 5	22°57'7.80"S	45°35'21.04"O

Fonte: Os Autores, 2022.

Figura 17: Disposição dos pontos de observação e de delimitação do 2º experimento.



Fonte: GOOGLE EARTH (2022).

Na Tabela 8 é possível observar as informações sobre a lavoura e as condições climáticas no dia da avaliação.

Tabela 8 – Características do milho utilizado no 2º experimento.

Informações sobre o milho - Experimento 2	
Variedade do milho	KWS 9555
Fase	V9
Altura média	1,53 m
Distância entre linhas de plantio	97 cm
Distância entre plantas na mesma linha de plantio	35 cm
Temperatura do dia de teste	15°C
Status do dia de teste	Ensolarado

Fonte: Os Autores, 2022.

Durante o período de 10 minutos o protótipo foi ligado no Ponto de observação 1, emitindo as frequências sonoras a 700Hz e fez-se análise do comportamento das cigarrinhas. Os dados foram coletados, analisados e apresentaram os resultados da Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados de reação do 2º experimento.

Resultados de reação	
Ponto de observação	Escore de reação
Ponto de observação 1	5
Ponto de observação 2	4
Ponto de observação 3	4
Ponto de observação 4	3
Ponto de observação 5	4

Fonte: Os Autores, 2022.

Observa-se que houve alteração significativa do comportamento das cigarrinhas-do-milho na área avaliada em todos os pontos amostrais. As modificações comportamentais foram observadas pós 4 minutos de emissão da frequência sonora, onde alguns adultos começaram a migrar do local, mantendo-se afastados do som e outros encaminharam-se para o centro das folhas do milho e ficaram letárgicos (sendo possível tocar nas mesmas sem que eles se mexessem – Figura 18). Após 6 minutos de ação, algumas cigarrinhas caíram das folhas, sendo possível constatar a morte e aos 10 minutos de experimento, as cigarrinhas que não morreram ficaram extremamente letárgicas ou apresentaram danos em seu sistema motor.

As cigarrinhas que expuseram danos em seus sistemas motores morreram depois de alguns minutos. Aquelas que ficaram letárgicas tiveram dois fins: sucumbiram ou conseguiram sair do local, voando com grande dificuldade.

Figura 18: Cigarrinha afetada pelas ondas sonoras.



Fonte: Os Autores, 2022.

Após este teste, o protótipo foi modificado novamente, recebendo então 1 placa solar para carregar uma bateria portátil capaz de manter a funcionalidade das caixinhas de som de maneira constante na lavoura. Com a nova composição, realizou-se o 3º experimento.

O protótipo foi inserido na lavoura com intenção de avaliar seu funcionamento durante 30 dias. Com isso, ele foi fixado a uma altura de 1,55 m, nas coordenadas descritas na Tabela 10.

Tabela 10 – Coordenadas de localização do protótipo no 3º experimento.

Latitude	22°57'17.44"S
Longitude	45°35'27.57"O

Fonte: Os Autores, 2022.

Após 10 dias de fixado, o protótipo parou de funcionar, não sendo possível avaliar sua eficiência de maneira ininterrupta em uma lavoura de milho. A interrupção do funcionamento possivelmente está relacionada ao superaquecimento do protótipo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolver uma maneira alternativa de controle à cigarrinha-do-milho é uma ótima forma de propor um manejo sustentável e econômico para os produtores de milho. Desta maneira o presente estudo verificou a ação de ondas sonoras no comportamento desta praga e desenvolveu um protótipo, que funciona através de energia fotovoltaica, capaz de gerar estas frequências.

Com base nos resultados encontrados, observou-se que frequências sonoras de 700Hz alteram o comportamento das cigarrinhas, sendo observado que algumas ficaram letárgicas e/ou tiveram suas funções motoras prejudicadas, matando-as posteriormente. Desta maneira elaborou-se um protótipo com caixas de som e bateria abastecida por um sistema fotovoltaico capaz de emitir frequências sonoras de 700Hz. Este protótipo apresenta facilidade de instalação e pouco peso e mostrou-se eficaz em alterar o comportamento da população da cigarrinha-do-milho na área testada, contudo necessita de adaptações para que não haja o superaquecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON. **Bateria portátil.** 2022. Fotografia. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/gp/product/b094ys5tdh/ref=ppx\\_yo\\_dt\\_b\\_asin\\_title\\_o01\\_s00?ie=utf8&psc=1](https://www.amazon.com.br/gp/product/b094ys5tdh/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o01_s00?ie=utf8&psc=1). Acesso em: 16 ago. 2022. Fotografia 11.

AMAZON. **Carregador portátil (poder bank) i2go 10000mah 2 saídas usb preto - i2go plus.** 2022. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/gp/product/b094ys5tdh/ref=ppx\\_yo\\_dt\\_b\\_asin\\_title\\_o01\\_s00?ie=utf8&psc=1](https://www.amazon.com.br/gp/product/b094ys5tdh/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o01_s00?ie=utf8&psc=1). Acesso em: 16 ago. 2022.

CASA DA ROBÓTICA. **Placa solar e cabo P4.** 2022. Fotografia. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/sensores-modulos/modulos/carregadores/kit-carregador-solar-3-5w-com-saida-5v-para-carregar-celular-smartphone->. Acesso em: 16 ago. 2022. Fotografia 12.

CASA DA ROBÓTICA. **Kit Carregador Solar 3.5W com saída 5V para Carregar Celular / Smartphone.** 2022. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/sensores-modulos/modulos/carregadores/kit-carregador-solar-3-5w-com-saida-5v-para-carregar-celular-smartphone->. Acesso em: 16 ago. 2022.

COTA, Luciano Viana *et al.* **Manejo da Cigarrinha e Enfezamentos na Cultura do Milho.** 2021. 17 p. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos/Cartilhacigarrinhaeenefazamentos\\_Embrapa.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos/Cartilhacigarrinhaeenefazamentos_Embrapa.pdf). Acesso em: 16 jun. 2022.

EQUIPE FIELDVIEW™. **Cigarrinha-do-milho: saiba como identificar o inseto e as doenças que transmite à cultura:** Conheça as características dessa praga e as enfermidades que provoca à lavoura, como os enfezamentos. [S. l.], 16 agosto 2021. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/cigarrinha-do-milho-saiba-como-identificar-inseto-e-doencas-que-transmite>. Acesso em: 24 mai. 2022.

EQUIPE MAIS SOJA. **Cigarrinha-do-milho: entenda o que é enfezamento e seu controle.** Mais Soja. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/cigarrinha-do-milho-entenda-o-que-e-enefazamento-e-seu-controle2/>. Acesso em: 18 jun. 2022.

FAO. **World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021.** [S. l.], 3 novembro 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4477en>. Acesso em 26 mar. 2022

FARIA, Neice Müller Xavier *et al.* **Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos.** [S. l.], 5 maio 2004. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pqrGKLsRyyhdtCtwq6Pvx3h/?format=pdf&lang=pt.A>  
cesso em: 24 mar. 2022.

FARMNEWS, Equipe. **Maiores produtores mundiais de milho, safra 2021/22: dados de setembro.** [S. l.], 20 setembro 2021. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/mercado/maiores-produtores-mundiais-de-milho-safra-2021-22-dados-de-setembro/#:~:text=E%20dentre%20os%20maiores%20produtores,%2C0%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas>. Acesso em: 23 mai. 2022.

G1. **Agricultores do país reclamam de problemas nas entregas de agrotóxicos e citam riscos:** Associações apontam que os produtos comercializados não foram entregues pelos fornecedores. [S. l.], 8 fevereiro 2022. G1 - O portal de notícias da Globo. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2022/02/08/agricultores-do-pais-reclamam-de-problemas-nas-entregas-de-agrotoxicos-e-citam-riscos.ghtml>. Acesso em: 5 abr. 2022.

GIOVANELLA, Rodrigo. **USO DE FREQUÊNCIAS SONORAS NO CONTROLE DE CUPINS DE MADEIRA SECA *Cryptotermes sp.* (Isoptera: Kalotermitidae).** [S. l.], 11 junho 2013. Dissertação (Engenharia Florestal) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18145/Rodrigo%20Giovanella%20MS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 dez. 2021.

GOOGLE EARTH. **Google earth:** O globo mais detalhado do mundo. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r>. Acesso em: 4 mai. 2022. Fotografia 8; Fotografia 16; Fotografia 17.

MELO, Luísa. **Brasil usa 500 mil toneladas de agrotóxicos por ano, mas quantidade pode ser reduzida, dizem especialistas.** [S. l.], 27 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/05/27/brasil-usa-500-mil-toneladas-de-agrotoxicos-por-ano-mas-quantidade-pode-ser-reduzida-dizem-especialistas.ghtml>. Acesso em: 27 mar. 2022.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. 2019.** Disponível em: teste (embrapa.br). Acesso em 03 abr. 2022.

NIDERA. **A importância da cadeia do milho para a economia brasileira.** Nidera Sementes. [S. l.] 10 setembro 2021. Disponível em: <https://somosmilhoes.com/a-importancia-da-cadeia-do-milho-para-a-economia-brasileira/#:~:text=Em%202020%2C%20o%20milho%20registrou,do%20agroneg%C3%B3cio%20brasileiro%20em%20VPB>. Acesso em: 31 mai. 2022.

NIDERA. **A importância do milho para a nutrição humana.** Nidera Sementes. [S. l.] 10 setembro 2021. Disponível em: <https://somosmilhoes.com/importancia-do-milho->

para-nutricao-  
humana/#:~:text=O%20milho%20%C3%A9%20um%20dos%20cereais%20mais%20  
nutritivos%20do%20mundo&text=Dentre%20os%20gr%C3%A3os%20utilizados%20  
na,%2C%20gorduras%2C%20carboidratos%20e%20fibras. Acesso em: 31 mai.  
2022.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro com importância estratégica no agronegócio.** [S. /], 25 maio 2016. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/milho/173865-milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio.html#.YowU4qjMLIU>. Acesso em: 23 mai. 2022.

OLIVEIRA, Elizabeth de *et al.* **Enfezamentos, Viroses e Insetos Vetores em Milho - Identificação e Controle.** 10 p. [S./], 16 março 2004. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16180/1/Circ\\_26.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16180/1/Circ_26.pdf). Acesso em: 24 mai. 2022.

PANIAGO, Bruno. **4 fundamentos para o controle químico da cigarrinha do milho.** [S./] 15 julho 2020. Disponível em: <https://blog.agrointeli.com.br/blog/cigarrinha-do-milho-controle-quimico/>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PEIXOTO, Thiago Pimenta. **MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO.** Unifenas. 2001. Disponível em: <https://www.unifenas.br/extensao/publicacoes/sulmilho/visulmilho/trab009.htm>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PERTOT, Ilaria *et al.* **A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture.** [S. /], 16 novembro 2022. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/crop-protection>. Acesso em: 4 abr. 2022.

PINTO, Murilo Rafael. **Cigarrinha do milho.** 2021. Fotografia. 39 p. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13756/TFG%20Murilo%20Pinto%20Final%202022-01-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jun. 2022. Fotografia 1.

QUIMIAGRI. **Ratoeira usada no protótipo.** Quimiagri Future Technologies. 2019. Fotografia. Disponível em: <https://quimiagri.com.br/produto/porta-raticida/>. Acesso em: 20 jun. 2022. Fotografia 9.

SEMENTES BIOMATRIX. **Cigarrinha-do-milho: quais os danos para a cultura e como fazer seu controle:** Cigarrinha-do-milho: Veja como identificar, quais são seus danos para o milho, sua relação com a doença enfezamento e os melhores manejos. [S. /], 19 novembro 2020. Disponível em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fitossanitario/manejo-de-pragas/cigarrinha-do-milho/>. Acesso em: 23 mai. 2022.



**FUNDAÇÃO ROGE**  
UNIDADE SOCIAL EDUCACIONAL  
Centro Educacional LIMASSIS  
DELFIM MOREIRA - MG  
Autorização Portaria 421/2003 - MG 19/07/03

SEMENTES BIOMATRIX. **Sintoma de enfezamento pálido.** 2020.

Fotografia. Disponível

em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fitossanitario/manejo-de-doencas/enfezamento-do-milho/>. Acesso em: 18 jun. 2022. Fotografia 2.

SEMENTES BIOMATRIX. **Má granação do Milho devido ao Enfezamento.** 2020.

Fotografia. Disponível

em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fitossanitario/manejo-de-doencas/enfezamento-do-milho/>. Acesso em: 18 jun. 2022. Fotografia 3.

WAQUIL, J.M. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus.** Circular Técnica 41. Sete Lagoas, MG. Junho, 2004. Disponível em: D:\Publicações\Comunique\Circ. (embrapa.br). Acesso em 01 jun. 2022.