

EDSON FELIPE COSTA BENEVIDES

**ARQUITETURA PARA DETECÇÃO E ELIMINAÇÃO DE AEDES
AEGYPTI**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, campus Juazeiro, como requisito da obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Max Santana Rolemberg Farias

JUAZEIRO - BA

2019

RESUMO

Neste trabalho foi proposta a arquitetura de um sistema para detecção e eliminação *Aedes aegypti*. No Brasil este mosquito é conhecido popularmente como Mosquito da Dengue, devido ao fato de ser um vetor para o vírus da dengue. Porém, este vetor está relacionado também ao vírus da Zika e da Chikungunya. Estudos mostraram que a Zika vírus está relacionado a uma má-formação no cérebro de bebês, denominada microcefalia, em gestantes infectadas em áreas onde foi confirmada a presença do mosquito *Aedes*. A partir disso é notório a necessidade de controle e eliminação do vetor em áreas onde existam pessoas, principalmente gestantes. O desenvolvimento deste projeto teve a finalidade de realizar a detecção através de características específicas do mosquito, como sua dimensão e frequência de batimento de asas. Foi proposta também uma alternativa para eliminação do mosquito detectado, onde para isso será utilizado pulso laser de alta potência capaz de o abater.

Palavras-Chave: Sensor infravermelho, Detecção de mosquito, Eliminação de mosquito, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

In this research has been proposed one *Aedes aegypti* detection and elimination system architecture. In Brazil, this mosquito is popularly known as the Dengue Mosquito, due to the fact that it is a proven vector for the dengue fever. However, this vector is also related to the Zika and Chikungunya virus. Studies have shown that the Zika virus is related to a malformation in the brain of babies (called microcephaly) in infected pregnant women who had contact with areas where the presence of *Aedes* mosquito was confirmed. For this reason there is the need to control and eliminate the vector in areas where there are people, mainly pregnant women. The development of this project had the purpose of performing the detection through specific characteristics of the mosquito, such as its size and frequency of wing beat. It was also proposed an alternative for the elimination of the detected mosquito, where a high power laser pulse was used to kill it.

Keywords: Infrared sensor, Mosquito detection, Mosquito elimination, *Aedes aegypti*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa-múndi de áreas com risco de zika.....	12
Figura 2 - Sensores e câmera Photonic Fence	14
Figura 3 - Sensor de pragas agrícolas	14
Figura 4 - Aedes aegypti	16
Figura 5 - Arquitetura do sistema	20
Figura 6 - Esboço da estrutura	20
Figura 7 - PIC18F4550	21
Figura 8 - Emissor e receptor infravermelho	21
Figura 9 - Filtro passa-faixa ativo.	22
Figura 10 - Módulo laser LA03-3500	24
Figura 11 - Detecção	25
Figura 12 - Processamento	25
Figura 13 - Eliminação	26
Figura 14 - Esquemático do teste de conversão e serial.....	28
Figura 15 - Circuito do sistema.....	29
Figura 16 - Domínio do tempo do teste de oclusão	30
Figura 17 - Ampliação do espectro de frequência do teste de oclusão	30
Figura 18 - Estrutura de testes	31
Figura 19 - Acessório para transferir os mosquitos	32
Figura 20 - Configuração não inversora	33
Figura 21 - Ganho de malha aberta do amplificador	34
Figura 22 - Amostra com 11550 leituras e sem mosquito	34
Figura 23 - Perfil de ruído branco simulado	35
Figura 24 – Amostra com 11550 leituras e com mosquito	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características do PIC18F4550.....	21
Tabela 2 - Características do emissor/receptor infravermelho	22
Tabela 3 - Características do módulo laser LA03-3500.	23
Tabela 4 - Número de amostras.....	33
Tabela 5 - Teste de letalidade do módulo laser.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	13
1.2 RELEVÂNCIA	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 Objetivo geral	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 MOSQUITO	16
2.2 COMBATE	17
2.2.1 Brigadas sanitárias	17
2.2.2 Plano de erradicação	17
2.2.3 Novas Estrategias	18
2.3 DETECÇÃO	18
2.4 ELIMINAÇÃO	18
2.4.1 Mecânico	18
2.4.2 Biológico	19
2.4.3 Químico	19
3. ARQUITETURA	20
3.1 MICROCONTROLADOR	20
3.2 MÓDULO INFRA VERMELHO	21
3.3 AMPLIFICADOR DE SINAL	22
3.4 MÓDULO LASER	23
3.5 SISTEMA	24
3.5.1 Detecção	24
3.5.2 Processamento	25
3.5.3 Eliminação	26
4. RESULTADOS	27
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	37
5.1 CONCLUSÃO	37
5.2 TRABALHOS FUTUROS	37
6. BIBLIOGRAFIA	38
ANEXO 1– COMUNICAÇÃO SERIAL	40
ANEXO 2 – ESPECTRO DE FREQUÊNCIA COM FFT	41
ANEXO 3 – SIMULAÇÃO DO RUÍDO BRANCO	42
ANEXO 4 – CÓDIGO DO SISTEMA	43
ANEXO 5 – FOTOS DO EXPERIMENTO REALIZADO NA MOSCAMED	46

ANEXO 6 – TESTE DE LETALIDADE DO LASER	47
---	-----------

acima dessa altitude são muito baixas. A Figura 1 mostra os continentes que apresentam risco de contaminação de *Zika virus* pelo mosquito *Aedes aegypti* (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2018).

1.1 PROBLEMA

A Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) disponibiliza informações e medidas de prevenção, cuidado e proteção. A maioria dessas medidas está relacionada com o uso de telas, repelentes e cuidados com ambiente propício para reprodução do mosquito.

Para diminuir o risco de contaminação, as pessoas devem sempre estar vacinadas para as doenças cujos imunizantes estão disponíveis. Deve se prevenir de picadas de mosquitos utilizando, por exemplo, proteções e repelentes.

Essas medidas reduzem a probabilidade de um indivíduo que adote o uso de repelente seja infectado ou que um ambiente que possua tela permita a entrada do mosquito infectado, mas o mosquito infectado continua oferecendo risco a outros indivíduos.

Como identificar a presença de um mosquito e reduzir seu número em um determinado ambiente os eliminando?

1.2 RELEVÂNCIA

Diante do exposto, uma alternativa que reduza o número de mosquitos em um determinado ambiente, principalmente se for considerado em área de risco, contribuirá para a redução de casos das doenças transmitidas pelo mosquito.

1.3 JUSTIFICATIVA

O projeto *Photonic Fence*, mostrado na Figura 2, da *Intellectual Ventures*, é uma iniciativa de identificação e eliminação de mosquitos. Esse projeto utiliza

Assim, uma alternativa para o controle de mosquitos seria um dispositivo que detecte e elimine com baixo custo, ou seja, que possua sensores e detecte a presença do mosquito, associado a um módulo de eliminação com custo bem menor que 10 mil dólares.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver uma arquitetura de dispositivo que possa vir a se tornar ou integrar um dispositivo comercial, capaz de identificar e eliminar *Aedes aegypti*.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir a tecnologia que deve ser utilizada;
- Realizar validação e teste
- Apresentar a arquitetura e especificações do sistema;

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho é composto por mais dois capítulos: o capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, no capítulo é apresentado o sistema e em seguida os resultados e trabalhos futuros.

A infecção ocorre durante a alimentação do mosquito, somente as fêmeas se alimentam de sangue para a maturação de seus ovos. Os machos se alimentam apenas de substâncias vegetais e açucaradas.

Após identificar possíveis alvos, o *Aedes* se guia pelos odores emitidos pelo corpo humano e pelo CO₂ liberado na respiração. Esses componentes são detectados pelas papilas gustativas, localizadas próximas à probóscide (MARUSALIN, 2012)

Em média o mosquito possui 1 cm circunferência, a velocidade de voo da fêmea é de aproximadamente 0,5 m/s e é afetada pela temperatura e peso do mosquito. (ROWLEY e GRAHAM, 1968)

2.2 COMBATE

O primeiro registro do combate a doenças transmitidas por vetores no Brasil é de 1691 quando o governador da província de Pernambuco ordenou a primeira campanha sanitária. (BEZERRA, 2017)

2.2.1 Brigadas sanitárias

No início do século XX, Oswaldo Cruz assume o cargo Diretor-Geral de Saúde Pública e adota medidas baseadas nos moldes militares. A polícia sanitária atuava no Rio de Janeiro para controle do vetor da febre amarela.

As brigadas chamadas “mata mosquitos” eram formadas por jovens para exterminar focos de reprodução do *Aedes aegypti*. O trabalho incluía limpeza de calhas, depósitos, caixas d’água e possíveis focos, muitas vezes sem consentimento dos próprios moradores. (BEZERRA, 2017).

2.2.2 Plano de erradicação

O Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), elaborado pelo Ministério da Saúde em 1996, possuía diversas áreas de atuação e investiu mais de um bilhão de reais, porém não conseguiu atingir as metas e acredita-se que

as principais causas do fracasso do PEAa tenham sido a não-universalização das ações em cada Município e a descontinuidade na execução das atividades de combate ao vetor (BRAGA e VALLE, 2007).

2.2.3 Novas Estrategias

Em julho de 2001, a Funasa abandonou oficialmente a meta de erradicar *Aedes aegypti* do País e passou a trabalhar com o objetivo de controlar o vetor com o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD). Em 2002, foi implantado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) com melhorias do plano anterior. (BRAGA e VALLE, 2007)

2.3 DETECÇÃO

A armadilha de oviposição basicamente é um recipiente com água e dentro dele uma palheta de madeira, com a face rugosa de forma vertical, onde na madeira as fêmeas depositam seus ovos.

Com essa armadilha é possível perceber a quantidade de fêmeas de *Aedes aegypti* em determinado local de forma precoce obtendo assim o IDO (Índice de Densidade de Ovos), que indica o número médio de ovos por armadilha e o período de maior ou menor reprodutividade das fêmeas. (BRAGA, 2000)

2.4 ELIMINAÇÃO

2.4.1 Mecânico

O método mecânico consiste em extinguir locais que contenham água parada que o mosquito *Aedes aegypti* possa tornar criadouro. Outra forma seria utilizar métodos que evitem o contato direto do mosquito com o homem.

Os principais meios mecânicos estão voltados para a proteção do homem, ou seja, a destruição ou drenagem de reservatórios com água que podem se tornar possíveis criadouros, instalação de telas em portas e janelas e entre outros. (ZARA, 2016)

2.4.2 Biológico

O método biológico está fundamentado em utilizar predadores ou patógenos para diminuição ou eliminação das larvas do mosquito *Aedes aegypti*.

Uma das formas é utilizar predadores naturais como peixes e outros invertebrados aquáticos, que comem as larvas e as pupas. Outra forma é utilizar patógenos que liberam toxinas, como bactérias, fungos e parasitas. (ZARA, 2016)

2.4.3 Químico

O método químico consiste na dispersão de produtos químicos para suprimir o *Aedes aegypti* tanto na sua forma adulta quanto na sua forma larval. Os inseticidas mais comuns são compostos que interferem no sistema nervoso dos insetos, causando superexcitação ou inibição.

O inseticida larval é utilizado por agentes sanitários que colocam larvicidas, inseticidas que não são tóxicos para o homem, em reservatórios que não podem ser drenados. Existe a forma que é o fumacê que é distribuído e pulverizado nas ruas matando não somente o *Aedes* como outros insetos. Também existe a forma de aspersão aeroespacial com equipamento portátil, costal ou acoplados a veículos, tendo com função matar a forma adulta e é mais utilizado para controle de surtos e epidemias (ZARA, 2016).

microprocessador, memória de programa e dados, pinos de entrada e saída, conversor analógico-digital entre outros periféricos (MARTINS, 2005), é o PIC18F4550. As principais características estão descritas na Tabela 1.

Figura 7 - PIC18F4550



Fonte: Extraído de MICROCHIP, 2009.

Tabela 1 - Principais características do PIC18F4550

<i>Característica</i>	<i>Valor</i>
<i>Memória de programa</i>	32 KB
<i>Velocidade CPU</i>	12 MIPS
<i>RAM</i>	2048 Bytes
<i>EEPROM</i>	256 Bytes
<i>Timer</i>	1 x 8-bit, 3 x 16-bit
<i>ADC</i>	13 canais de 10-bit
<i>Faixa de temperatura</i>	-40 à 85 C

Fonte: Extraído de MICROCHIP, 2009.

3.2 MÓDULO INFRA VERMELHO

Composto por um emissor infravermelho e um fotodiodo, permite a detecção a partir da reflexão dos raios emitidos. O emissor e receptor podem ser vistos na Figura 8 e as principais características estão descritas na Tabela 2.

Figura 8 - Emissor e receptor infravermelho



Fonte: O autor 2018

Tabela 2 - Características do emissor/receptor infravermelho

<i>Característica</i>	<i>Valor</i>
<i>Diâmetro</i>	5 mm
<i>Filtro</i>	Luz ambiente
<i>Comprimento de onda emitida</i>	940 nm
<i>Terminais</i>	2
<i>Tensão de operação</i>	1,2 à 1,4V

Fonte: Extraído de EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTDA, 2005

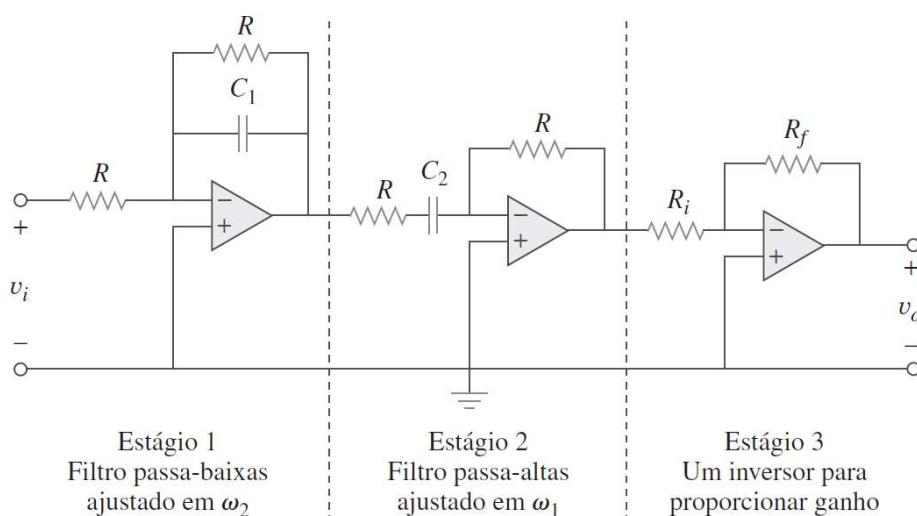
O fotodiodo pode operar de duas formas. No modo fotovoltaico é gerada uma diferença de potencial entre os terminais quando submetido à uma fonte de luz. No modo fotocondutivo é utilizada a polarização reversa sendo gerada uma corrente inversa.

3.3 AMPLIFICADOR DE SINAL

O elemento de circuito ativo chamado amplificador operacional pode ser considerado um amplificador de tensão de alto ganho.

Um filtro passa-faixa ativo, formado por associações de resistores, capacitores e amplificadores operacionais, pode ser obtido através do cascadeamento de um filtro passa-baixas, passa-altas e inversor como mostrado na Figura 9 abaixo (ALEXANDER e SADIKU, 2003).

Figura 9 - Filtro passa-faixa ativo.



Fonte: Extraído de ALEXANDER, 2003.

A função de transferência pode ser obtida por:

$$H(\omega) = \frac{-R_f}{R_i} \frac{1}{1 + j\omega C_1 R} \frac{j\omega C_2 R}{1 + j\omega C_2 R}$$

A frequência central, definida por:

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

A largura de banda é obtida por:

$$B = \omega_1 - \omega_2$$

Onde R , R_f e R_i são resistências em ohms. C_1 e C_2 capacitâncias e coulomb. As frequências ω_0 , ω_1 e ω_2 são respectivamente: frequência central, superior e inferior da faixa, em Hz.

O amplificador LM324N possui quatro amplificadores independentes num invólucro 14-DIP com ganho típico de 100 dB.

3.4 MÓDULO LASER

O díodo emissor de luz, LED, é um dispositivo semicondutor com uma junção que emite luz ao ser atravessado por uma corrente elétrica. (SENNA, 1985)

Será utilizado o módulo EleksMaker LA03-3500, um laser de alta potência que possui foco ajustável manual e modulação TTL. As suas características estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Características do módulo laser LA03-3500.

<i>Característica</i>	<i>Valor</i>
<i>Potência</i>	3,5 W
<i>Tensão</i>	12 V
<i>Comprimento de onda emitida</i>	450 nm
<i>Foco ajustável mínimo</i>	3 mm

Fonte: Extraído de ELEKSMARKER, 2017.

4. RESULTADOS

Os primeiros testes foram realizados para verificar se o funcionamento dos recursos utilizados ocorreria da forma esperada ou seria necessário alterar a hipótese construída com base na teoria do capítulo 2.

Para os recursos de hardware e software, nesses primeiros testes, foi possível também ajustar a parametrização e modo de operação.

Buscando realizar a leitura do sensor infravermelho, em seguida transmiti-lo através da USB em modo de alta velocidade, foi constatado na folha de dados do microcontrolador utilizado que o USB deveria operar à 48 MHz.

Para microcontroladores da família PIC18F é usual utilizar um cristal oscilador de 20MHz, maior frequência compatível. Assim, foi necessário utilizar o multiplicador de frequência interno, dessa forma a partir de um *clock* de 4 MHz é possível produzir um *clock* de referência de até 96 MHz.

A transmissão de dados via USB utilizando a biblioteca `usb_cdc.h` do compilador utilizado, CCS C Compiler, foi realizada utilizando a velocidade 115200 bps e foi possível receber os dados em um monitor genérico de portas de comunicação, no PuTTY utilizando como parâmetro apenas a porta de comunicação e velocidade; e no MATLAB além da porta de entrada e velocidade utilizando tamanho da memória temporária para os dados e o tempo limite de recepção como mostrado no ANEXO 1.

Para selecionar o modo de operação do fotodiodo foi realizado um teste utilizando como fonte de luz um emissor infravermelho de uma distância 1cm até a distância de 8cm. O fotodiodo utilizado possui um filtro e é sensível a ondas de aproximadamente 940 nm reduzindo a interferência da luz ambiente. Devido a linearidade será utilizado o modo fotocondutivo.

Antes de realizar testes nos dispositivos foi feita uma simulação no Proteus para identificar possíveis erros na aquisição dos dados e no envio através da comunicação USB. A Figura 14 mostra o esquemático dessa simulação onde uma onda quadrada é discretizada e enviada pela serial.

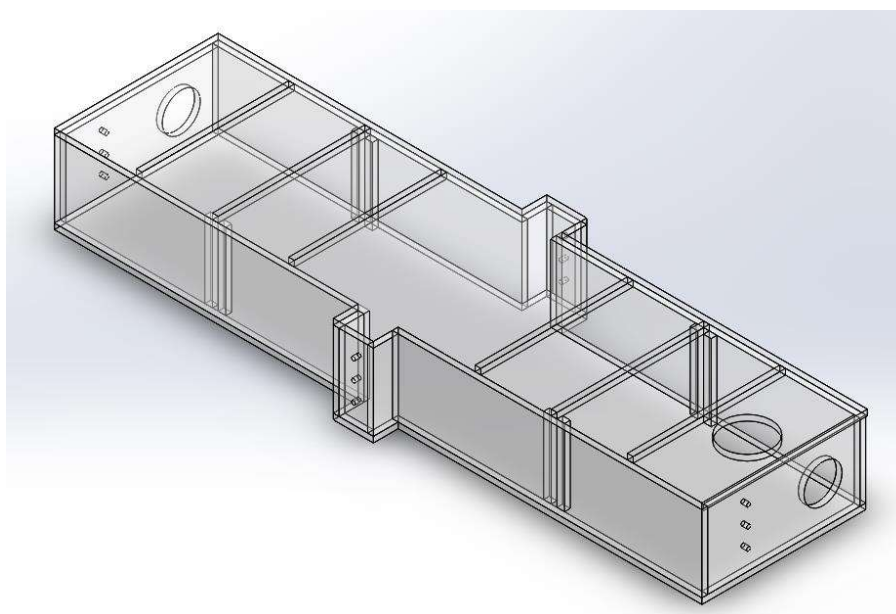
Foram feitas tentativas de realizar leituras com mosquitos capturados no ambiente, porém o processo se mostrou ineficiente visto que não era possível obter quantidade expressiva de mosquitos para realizar os testes. Além da pequena quantidade capturada, era necessário que todos os mosquitos fossem da espécie *Aedes aegypti* e preferencialmente mesma idade e sexo.

Com auxílio da Biofábrica Moscamed Brasil foi possível realizar testes mais eficientes onde foi possível especificar a quantidade exata de mosquitos garantindo que todos possuíssem mesma idade e sexo, como pode ser visto no ANEXO 5.

Para atender alguns requisitos exigidos pela Moscamed, foram feitas algumas alterações na estrutura de teste. A estrutura passou a possuir três entradas, seis divisórias móveis e um compartimento central para instalação do sensor.

A Figura 18 mostra a estrutura que foi feita em acrílico para permitir a melhor visualização da localização dos mosquitos bem como sua manipulação.

Figura 18 - Estrutura de testes



Fonte: O autor 2018

Os mosquitos poderiam ser transferidos para a estrutura de testes pela utilização de dois métodos, fazendo a sucção utilizando o acessório mostrado na

Tabela 4 - Número de amostras

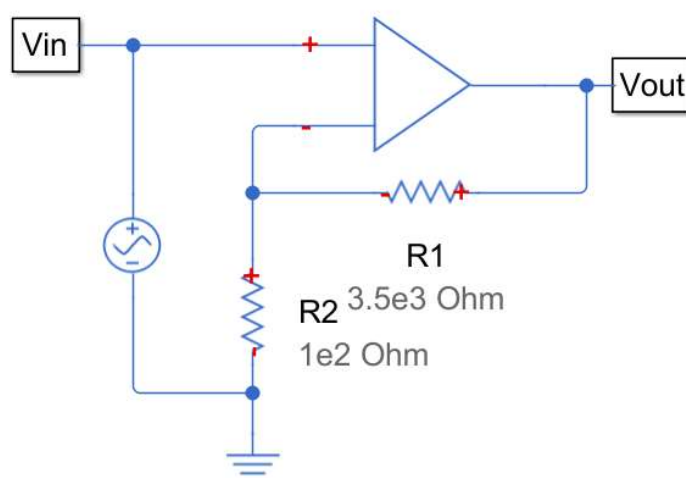
<i>Nº FEMEAS</i>	<i>SEM FILTRO</i>	<i>FILTRO 284 Hz</i>	<i>FILTRO 159 Hz</i>
6	16	-	-
17	13	16	9
27	14	2	3
52	-	12	13
81	11	9	7

Fonte: O autor 2018

Com base na análise do espectro de frequência dos dados amostrados é possível afirmar que a frequência de interesse está entre 100 Hz e 300 Hz e que é necessária a amplificação do sinal de interesse visto que a quantidade de ruído é significativa.

Para amplificação foi utilizado o amplificador operacional LM324N, desenvolvido especificamente para operar com fonte simples, na configuração mostrada na Figura 20, onde R1 é 3500 Ohms e R2 100 Ohms.

Figura 20 - Configuração não inversora



Fonte: O autor 2018

Como o produto ganho-banda passante é constante a banda passante da etapa de amplificação foi ajustada para aproximadamente 300 Hz como pode ser visto na Figura 21 .

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÃO

Foi possível verificar que quando a literatura indica que durante o voo as fêmeas atingem uma frequência de aproximadamente 400 batidas por segundo refere-se à um valor máximo.

Com a arquitetura utilizada foi possível realizar a detecção de mosquito através da utilização do sensor infravermelho que detectou uma frequência associada ao batimento das asas.

Dentro da estrutura foi possível identificar um valor aproximado de 200 Hz batidas por segundo devido às limitações de espaço que impediam o mosquito atingir maior velocidade.

Para a eliminação, utilizando o módulo LA03-3500, a potência mínima letal identificada foi de 1/8 da potência máxima a uma distância focal de 4,5 cm.

A necessidade de dispositivos precisos e tolerantes a ruído também é um fator extremamente relevante devido a magnitude do sinal obtido pelo sensor.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa tem seu escopo limitado. Porém, abre espaço para uma série de novas pesquisas e novas possibilidades de implementação. Como alguns dos trabalhos futuros podemos destacar:

- Determinar quantos sensores por área tem o melhor desempenho.
- Topologia de amplificação mais eficiente para detecção.
- Influência da variação do período de amostragem na detecção.

6. BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

ALISSON, E. Sensor identifica insetos pela frequência do batimento das asas. **FAPESP**, 2014. Disponível em:

<http://agencia.fapesp.br/sensor_identifica_insetos_pela_frequencia_do_batimento_das_asas/19377/>. Acesso em: 01 abr. 2018.

BEZERRA, A. C. V. Das brigadas sanitárias aos agentes de controle de endemias: o processo de formação e os trabalhos de campo. **Hygeia**, p. v. 13, n. 25, p. 65-80, 2017.

BRAGA, I. A. E. A. Comparative study between larval surveys and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, p. v. 33, n. 4, p. 347-353, 2000.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, p. v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. World Map of Areas with Risk of Zika. **CDC**, 09 mar. 2018. Disponível em: <<https://wwwnc.cdc.gov/travel/files/zika-areas-of-risk.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

ELEKSMAKER. **Laser Module Carriage Assembly**. [S.l.]: [s.n.], 2017.

EVERLIGHT ELECTRONICS CO. LTDA. **Technical Data Shee T-1 3/4**. [S.l.]: [s.n.], 2005.

JANSEN, R. De zika a rubéola: as doenças que podem causar más-formações em fetos. **BBC Brasil**, 03 fev. 2016. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160202_doencas_microcefalia_zika_lab_rj>. Acesso em: 01 abr. 2018.

KARE, J. Build your own photonic fence to zap mosquitoes midflight. **IEEE SPECTRUM**, 30 abr. 2010.

- MARTINS, N. A. **Sistemas microcontrolados**: uma abordagem com o microcontrolador pic 16f84. [S.l.]: Editora Novatec Ltda, 1ª Edição, 2005.
- MARUSALIN, J. E. A. Aquaporin homologs and water transport in the anal papillae of the larval mosquito, *Aedes aegypti*. **Journal of Comparative Physiology B**, p. v. 182, n. 8, p. 1047-1056, 2012.
- MASSAO, L. Como é a anatomia do mosquito da dengue. **M.E. P&R**, São Paulo, n. ABRIL 2016, p. 32-33, abr. 2016.
- MICROCHIP TECHNOLOGY INC. **PIC18F2455/2550/4455/4550**. [S.l.]: Data Sheet, 2009.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Brasil tem 1.168 casos de microcefalia confirmados. **Governo Federal**, 20 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2016/04/brasil-tem-1-168-casos-de-microcefalia-confirmados>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- OPAS. Infecção pelo vírus Zika. **Pan American Health Organization**, 2016. Disponível em: <<http://bvsalud.org/2017/01/16/infeccao-pelo-zika-virus/>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- ROWLEY, W. A.; GRAHAM, C. L. The effect of temperature and relative humidity on the flight performance of female *Aedes aegypti*. **Journal of Insect Physiology**, 1968. v. 14, n. 9, p. 1251-1257, 1968.
- SALOMÃO, A. O mosquito continua aí. Quantas doenças mais ele pode trazer? **O Estado de S. Paulo, São Paulo**, 17 abr. 2016. Disponível em: <<http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,o-mosquito-continua-ai-quantas-doencas-mais-ele-pode-trazer,10000026452>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- SENNA, J. A. S. E. A. **Diodos emissores de luz**. [S.l.]: [s.n.], 1985.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Neurological syndrome and congenital anomalies**. WORLD HEALTH ORGANIZATION. [S.l.], p. 6. 2016.
- ZARA, A. L. D. S. A. E. A. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, p. v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.