

# Engenharias, Ciência e Tecnologia 4

Luís Fernando Paulista Cotian  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Luís Fernando Paulista Cotian**

(Organizador)

# **Engenharias, Ciência e Tecnologia**

## **4**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 4 [recurso eletrônico] / Organizador  
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-087-2

DOI 10.22533/at.ed.872193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.  
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume IV apresenta, em seus 29 capítulos, conhecimentos relacionados a Modelagem, Análise e Simulação relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Programação Matemática, Decisão Multicriterial e Teoria da Decisão e Teoria dos Jogos.

A área temática de Modelagem, Análise e Simulação trata de temas relevantes para a mecanismos que auxiliam na tomada de decisão, desde a modelagem e simulação até a análise dos resultados envolvendo assuntos relacionados a engenharia. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Modelagem, Análise e Simulação e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A UTILIZAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTRUTURA METÁLICA	
<i>Douglas Freitas Augusto dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
ALGORITMOS EVOLUTIVOS APLICADOS A OTIMIZAÇÃO OFF-LINE DE UM MAPA COGNITIVO FUZZY DE UM MISTURADOR INDUSTRIAL	
<i>Márcio Mendonça</i>	
<i>Edson Hideki Koroishi</i>	
<i>Lillyane Rodrigues Cintra</i>	
<i>Lucas Botoni de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
APLICAÇÕES MATEMÁTICAS EM MEDIDAS AGRÁRIAS: UM CONHECIMENTO ETNOMATEMÁTICO DO HOMEM DO CAMPO CONTEXTUALIZADO COM O CONTEÚDO ESCOLAR	
<i>Deonísio Hul</i>	
<i>Silton José Dziadzio</i>	
<i>Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA CONEXÃO DE UMA UNIDADE GERADORA DISTRIBUÍDA A UM ALIMENTADOR DE 13,8 KV UTILIZANDO O ATP	
<i>Jaqueline Oliveira Rezende</i>	
<i>Larissa Marques Peres</i>	
<i>Geraldo Caixeta Guimarães</i>	
<i>Marcelo Lynce Ribeiro Chaves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
CÁLCULO FRACIONÁRIO APLICADO À GENERALIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DE BAGAÇO DE UVA	
<i>Amanda Peruzzo da Motta</i>	
<i>Bruna de Souza Nascimento</i>	
<i>Fernanda Batista de Souza</i>	
<i>Douglas Junior Nicolin</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO TÉRMICA DO BAGAÇO DE CANA	
<i>Edvan Vinícius Gonçalves</i>	
<i>Wardleison Martins Moreira</i>	
<i>Emanuel Souza Barros</i>	
<i>Sérgio Inácio Gomes</i>	
<i>Marcos de Souza</i>	
<i>Luiz Mario de Matos Jorge</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 67**

CONTAGEM AUTOMÁTICA DE OVOS DO AEDES AEGYPTI EM PALHETAS DE OVITAMPAS: UM SISTEMA PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

*Carlos Diego Franco da Rocha*  
*Ayla Márcia Cordeiro Bizerra*  
*Demétrios Araújo Magalhães Coutinho*  
*Luiz Fernando Virginio da Silva*  
*Michel Santana de Deus*  
*Phablo Márcio de Paiva Souto*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931017**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

CONTROLADOR FUZZY MAMDANI APLICADO À NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA EM AMBIENTE DESCONHECIDO VARIANTE NO TEMPO

*Eduardo Vilela Pierangeli*  
*Jordann Alessander Rosa Almeida*  
*Marcelo Vilela Pierangeli*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931018**

**CAPÍTULO 9 ..... 82**

CONTROLE ROBUSTO APLICADO EM UMA VIGA DE MATERIAL COMPÓSITO VISANDO ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÕES

*Camila Albertin Xavier da Silva*  
*Daniel Almeida Colombo*  
*Edson Hideki Koroishi*  
*Albert Willian Faria*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931019**

**CAPÍTULO 10 ..... 96**

ESTRATÉGIAS HEURÍSTICAS PARA POSICIONAMENTO DE UNIDADES DE MEDIÇÃO FASORIAL

*Marcio André Ribeiro Guimaraens*  
*Julio Cesar Stacchini de Souza*  
*Milton Brown Do Coutto Filho*  
*Breno Crespo Zeba*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310110**

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB NO PERÍODO DE 1984 A 2016

*Márcia de Lacerda Santos*  
*Thayse Bezerra da Silva*  
*Maria Raiana Almeida Silva*  
*Danielle Leal Barros Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310111**

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

FLAMBAGEM LINEAR E NÃO-LINEAR UTILIZANDO UMA ANÁLISE NUMÉRICA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

*Rodrigo Villaca Santos*  
*Leticia Barizon Col Debella*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310112**

**CAPÍTULO 13..... 121**

GEOLOGIA DA SERRA DO CARAÇA: PERFIS REAIS

*Carolina Cristiano Barbosa*  
*Ariadne Duarte Libutti Nuñez*  
*Adriane Abreu Cadar*  
*Alexandre Motta Tunes*  
*Bárbara Alves Oliveira*  
*Ulisses Cyrino Penha*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310113**

**CAPÍTULO 14..... 132**

GERENCIAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO: PREVISÃO DE COMPORTAMENTO ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA

*Josué Domingos da Silva Neto*  
*Débora Cristina Almeida de Assis*  
*Nayra Vicente Sousa da Silva*  
*Zenilda Vieira Batista*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310114**

**CAPÍTULO 15..... 143**

INFLUÊNCIA DA INÉRCIA A TORÇÃO NO MOMENTO FLETOR DE PLACAS MACIÇAS DE CONCRETO

*Leticia Barizon Col Debella*  
*Rodrigo Villaca Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310115**

**CAPÍTULO 16..... 149**

METODOLOGIA DE CONTROLE PREVENTIVO BASEADA EM ÁRVORE DE DECISÃO PARA A MELHORIA DA SEGURANÇA ESTÁTICA E DINÂMICA DO SISTEMA INTERLIGADO DA ELETRONORTE

*Ubiratan Holanda Bezerra*  
*João Paulo Abreu Vieira*  
*Werboston Douglas de Oliveira*  
*Daniel Augusto Martins*  
*Dione José Abreu Vieira*  
*Bernard Carvalho Bernardes*  
*Benedito das Graças Duarte Rodrigues*  
*Vilson Castro*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310116**

**CAPÍTULO 17 ..... 166**

O WATSON DA IBM

*Eduardo Bruno de Almeida Donato*  
*Amanda Moura Camilo*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310117**

**CAPÍTULO 18..... 173**

PROTÓTIPO DE UM PERMEÂMETRO DE CARGA CONSTANTE A PARTIR DA LEI DE DARCY

*Guilherme Medina Cameu*  
*Victor Araujo Figueredo Fischer*  
*Wataru Iwamoto*  
*Rômulo Henrique Batista de Farias*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310118**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

SIMULADOS ELETRÔNICOS DO PROCESSO SELETIVO DO IFPR: INSTRUMENTO DE DIVULGAÇÃO E DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO

*João Henrique Berssanette*  
*Antonio Carlos de Francisco*  
*Fabiane Ferreira*  
*Maria Fernanda Müller Pereira da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310119**

**CAPÍTULO 20 ..... 188**

SOLARIZAÇÃO DO SOLO E BIOFUMIGAÇÃO NA VIABILIDADE DE SCLEROTIUM ROLFSSII

*João Luiz Lopes Monteiro Neto*  
*Roberto Tadashi Sakazaki*  
*Raphael Henrique da Silva Siqueira*  
*Carlos Abanto-Rodríguez*  
*Sonicley da Silva Maia*  
*Rannyonara Oliveira Rodrigues*  
*Lucas Aristeu Anghinoni dos Santos*  
*Beatriz Sayuri Campaner Sakazaki*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310120**

**CAPÍTULO 21 ..... 194**

SYNOPTERO: RECONSTRUINDO O MUNDO TRIDIMENSIONAL A PARTIR DO BIDIMENSIONAL

*Lucas Maquedano da Silva*  
*Marcos Cesar Danhoni Neves*  
*Fernanda Tiemi Karia*  
*Gabriel Francischini de Oliveira*  
*Leandro Moraes Azevedo*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310121**

**CAPÍTULO 22 ..... 202**

TENDÊNCIAS CLIMATOLÓGICAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS, BRASIL

*Lucas Rosa de Almeida*  
*Marcelo Vieira-Filho*  
*Sílvia Yanagi*  
*Marcelo Ribeiro Viola*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310122**

**CAPÍTULO 23 ..... 217**

TEORIA NA PRÁTICA: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DAS PRINCIPAIS PARTIDAS DA MÁQUINA DE INDUÇÃO

*Murilo Miceno Frigo*  
*Paulo Irineu Koltermann*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310123**

**CAPÍTULO 24 ..... 229**

UM ALGORITMO ITERATED LOCAL SEARCH PARA O STABLE MATCHING PROBLEM APLICADO AO PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE ALUNOS NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO

*Robson Vieira de Oliveira*  
*Matheus Correia Teixeira*  
*Marco Antonio Bonelli Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310124**

**CAPÍTULO 25 ..... 242**

USO DE IMAGENS SENTINEL - 2A E O ALGORITMO SVM PARA MONITORAR AS APP DE NASCENTES E CURSOS D'AGUA DO RIBEIRÃO MARANHÃO, LAVRAS, MG

*Ester Afonso*  
*Katyanne Conceição*  
*Beatriz Campos*  
*Franklin Inácio*  
*Margarete Volpato*  
*Helena Alves*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

UTILIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DIFERENCIAL EM PROBLEMAS INVERSOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS DE UMA VIGA EULER-BERNOULLI

*Rennan Otavio Kanashiro*  
*Edson Hideki Koroishi*  
*Fabian Andres Lara-Molina*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310126**

**CAPÍTULO 27 ..... 258**

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA O ESTUDO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE PAINÉIS DE MADEIRA COMPENSADA

*Eduardo Hélio de Novais Miranda*  
*Rodrigo Allan Pereira*  
*Francisco Carlos Gomes*  
*Roberto Alves Braga Junior*  
*Fernando Pujaico Rivera*  
*Lucas Henrique Pedrozo Abreu*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310127**

**CAPÍTULO 28 ..... 264**

UTILIZAÇÃO DO SENSOR PT100 NO ARDUINO PARA CAPTAÇÃO DA TMR

*Mariana Espíndola Vieira*  
*Helena Dufau*  
*Christian Muller*  
*Anderson Ferrugem*  
*Antonio Silva*  
*Rafael Soares*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310128**

**CAPÍTULO 29 ..... 269**

DINÂMICA DE ESCOAMENTOS PARTICULADOS EM DUTOS VERTICAIS

*Diego Nei Venturi*  
*Francisco José De Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310129**

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 280**

## CONTAGEM AUTOMÁTICA DE OVOS DO AEDES AEGYPTI EM PALHETAS DE OVITAMPAS: UM SISTEMA PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

**Carlos Diego Franco da Rocha;**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**Ayla Márcia Cordeiro Bizerra;**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**Demetrios Araújo Magalhães Coutinho;**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**Luiz Fernando Virginio da Silva;**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**Michel Santana de Deus;**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**Phablo Márcio de Paiva Souto.**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte -  
Campus Pau dos Ferros/RN

**RESUMO:** A dengue é um problema de saúde mundial, destacando-se em países de clima tropical, especialmente no Brasil. Ainda não existem formas eficazes de controle do mosquito, entretanto, o uso de armadilhas chamadas “ovitrampas” pode ser feito para detectar a presença dele e fazer o monitoramento da doença. Nas ovitrampas, o mosquito deposita seus ovos em uma palheta contida em um recipiente com infusão de capim colônia, logo em seguida esta palheta é

submetida a contagem microscópica e manual. Entretanto, esse procedimento é suscetível à falhas podendo culminar em erros. Assim, este trabalho tem como objetivo automatizar a contagem a fim de evitar possíveis falhas, para tal utilizamos um conjunto de hardware e software específico para a solução. O hardware tem em sua composição um raspberry PI e um módulo de câmera acoplada cujo objetivo é capturar uma sequência de imagens da palheta, controlando a luminosidade, a fim de realizar o processamento da imagem de forma mais eficaz. O software é composto por algoritmos de pré-processamento de imagens e detecção para, utilizando as imagens capturadas pelo hardware, detectar a presença de ovos nas palhetas, foi usado da biblioteca OpenCV para facilitar a implementação do software. No pré-processamento utilizamos borramento e filtros de aguçamento para melhorar as imagens. Para detecção optamos pelo algoritmo Haar Cascade, bastante explorado na literatura. Por fim, comparam-se os ovos reconhecidos e contabilizados pelo sistema proposto com a quantidade real obtida pelo microscópio a fim de comprovar a efetividade do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aedes Aegypti, Detecção, Haar Cascade, Aprendizado de Máquina, Sistema Embarcado.

**ABSTRACT:** Dengue is a world health problem,

highlighting in tropical climate countries, especially in Brazil. There are still no effective forms of mosquito control, however, the use of traps called “Ovitrapas” can be done to detect the presence of it and to do the monitoring of the disease. In the Ovitrapas, the mosquito lays its eggs in a reed contained in a container with infusion of colônia grass, then this reed is subjected to microscopic and manual counting. However, this procedure is susceptible to failure and can culminate in errors. Thus, this work aims to automate the count in order to avoid possible failures, for this we use a set of hardware and software specific to the solution. The hardware has in its composition a raspberry PI and a coupled camera module whose objective is to capture a sequence of images from the vane, controlling the brightness in order to perform the processing of the image more effectively. The software is made up of imaging and detection algorithms to, using the images captured by the hardware, detect the presence of eggs in the reeds, was used from the OpenCV library to facilitate the implementation of the software. In preprocessing we use blurring and sharpening filters to improve the images. For detection we opted for the Haar Cascade algorithm, quite explored in the literature. Finally, the recognized eggs are compared and accounted for by the proposed system with the actual amount obtained by the microscope in order to prove the effectiveness of the system.

**KEYWORDS:** Aedes Aegypti, detection, Haar cascade, machine learning, embedded system.

## 1 | INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença endêmica, transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* sendo um dos principais problemas de saúde pública no país e mais comum no mundo. Esse mosquito, tem-se mostrado nos últimos anos resistente à diferentes formas de combate químico, o que faz com que seus índices de infestação aumentem. Além disso, também se mostrou eficaz na transmissão de outras doenças como Zika e Chicungunya, que inclusive têm levado à óbito àqueles infectados, especialmente na região do Nordeste do Brasil.

A vigilância entomológica desempenha papel decisivo na avaliação do impacto das medidas de controle sobre a população do inseto vetor e no seu redirecionamento. Em 2002 foi implantado o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD) que inseriu medidas com relação ao monitoramento constante e medidas de controle evitando o desencadeamento de novas epidemias. Uma das maneiras de monitorar o mosquito é por meio do uso da ovitrapa, uma armadilha segura e barata, que pode ser facilmente instalada em qualquer local (DONALÍSIO e GLASSER, 2002).

Entretanto, essa técnica apresenta desvantagens, e a principal delas está na maneira como são contados os ovos do mosquito: a fêmea coloca os ovos, as palhetas são recolhidas e a contagem é feita em laboratório especializado de maneira manual, através de um microscópio ou lupa. Além disso, a forma de contabilizar os ovos - um

a um e por um técnico especializado na área - torna o processo de contagem lento e passível a erros, levando ao acúmulo de palhetas e conseqüentemente, com o tempo, os ovos passam a se desprender da palheta (DA SILVA, 2012). Diante deste problema, se faz necessário uso de tecnologias que possibilitem uma melhoria para o sistema de contagem, com conseqüente diminuição de erros humanos e atribuição de falsos índices.

De acordo com Feigenbaum (1981, apud, FERNANDES, 2003) inteligência artificial é a parte da ciência da computação voltada para o desenvolvimento de sistemas de computadores inteligentes, ou seja, sistemas que exibem características, as quais se relacionam com a inteligência no comportamento do homem. Pode-se citar como exemplo: compreensão da linguagem, aprendizado, raciocínio, resolução do problema.

O principal objetivo do Haar Cascade é otimizar o reconhecimento de objetos, fazendo com que seus estágios iniciais descartem uma grande quantidade de regiões que contém o objeto desejado, e estágios mais avançados sejam cada vez mais precisos para evitar um falso positivo na região analisada. É possível encontrar na literatura trabalhos que desenvolveram classificadores Haar para reconhecimento de rostos. (LIENHART et al, 2003; WILSON e FERNANDEZ, 2006).

Nota-se, portanto, que o uso de ovitrampas é eficaz no combate ao mosquito bem como uma excelente ferramenta para identificação de índices de infestação. Em virtude de sua eficácia, se faz necessário o aperfeiçoamento da técnica de contagem dos ovos, que atualmente é feito todo de forma manual. Para isso, apresenta-se uma proposta de tornar esse processo mais eficaz automatizando essa contagem a partir do processamento das imagens obtidas das palhetas.

## **2 | METODOLOGIA**

Esse trabalho é composto por um equipamento eletrônico responsável por adquirir as imagens da palheta e o algoritmo de processamento de imagem para realizar a contagem. O equipamento eletrônico tem como finalidade automatizar a captura da imagem por meio de uma aparelhagem eletrônica e controlar a luminosidade para obter mais eficiência no processamento da imagem. Todo o controle interno é feito por meio de um microcomputador *Raspberry*, o qual também executa o algoritmo de contagem de ovos.

### **2.1 Equipamento para obtenção de imagens em ambiente controlado**

O equipamento proposto para a captura de imagens neste trabalho consiste em uma caixa composta por dispositivos eletrônicos capazes de manter o ambiente propício para a segunda etapa do processo de contagem de ovos. A caixa foi confeccionada

em madeira MDF, e sua base estrutural de alumínio 3mm. Suas medidas são: 15cm de altura por 15cm de largura e 19cm de comprimento. No interior da caixa, um micro controlador *Raspberry Pi 2* se encarrega de processar o algoritmo.

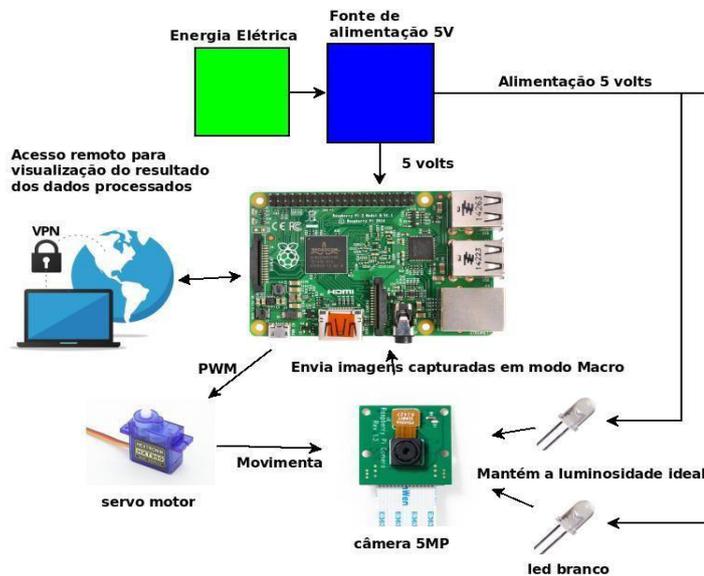


Figura 1 - Diagrama de funcionamento do hardware imagens



Figura 2 - Caixa para captura de

A caixa possui uma luminosidade controlada por LEDs super brancos que estão distribuídos de forma circular ao redor da lente da câmera. A proposta das lâmpadas de LED é combinar a iluminação natural com o fluxo luminoso constante, contribuindo assim, para um ambiente favorável para a captura das imagens.

A câmera utilizada para capturar as imagens é capaz de fornecer uma imagem de resolução de 5MP ou gravação de vídeo HD 1080p a 30fps. Instalada a 4 centímetros da palheta, a câmera foi ajustada para o modo super macro a fim de capturar uma imagem de qualidade. A área de captura da câmera é de 2,5cm de comprimento por 2,5cm de largura.

Para movimentar a câmera foi instalado um Micro Servo Tower Pro 9g SG90. O servo motor é um dispositivo eletromecânico que pode ter seu eixo posicionado em uma determinada posição angular, permitindo o posicionamento preciso de seu eixo. Nas engrenagens do motor existe um limitador que atua no giro do eixo, fazendo com que ele rotacione entre 0° e 180°. Para utilizar o motor com o eixo girando em 360°, o servo motor foi modificado, retirando seu limitador, isso permite que o mesmo possa atuar com giro contínuo para controlar a velocidade e distância que a câmera percorre a palheta para capturar as imagens.

A movimentação do eixo é determinada pela duração da largura de pulso, sendo gerada pelo módulo *PWM (Pulse Width Modulation)* do *Raspberry Pi*. A vantagem de

utilizar o controle por modulação no servo motor é poder controlar a velocidade que a câmera atingirá ao percorrer toda a extensão da palheta, adaptando-a nitidez da qualidade obtida.

O acesso ao dispositivo é realizado através de acesso remoto utilizando uma VPN (*Virtual Personal Network*). Sua principal característica é trafegar os dados criptografados através de “túneis virtuais” que interligam as redes. Este meio de comunicação faz com que a caixa não se limite a cabos conectados a ela, como exemplo, cabo HDMI ou RJ45, tornando-a independente e de fácil manuseio. A caixa é alimentada por duas fontes, uma fonte chaveada AC/DC de 5 volts e 3 amperes, com plug de 3,5 de espessura que servirá para ligar os LEDs e o servo motor. E outra de 5 volts e 1 ampere com plug usb para alimentar somente a raspberry e a câmera.

## 2.2 Contagem automática por meio de processamento de imagens

Para realizar a contagem de ovos, aplicamos técnicas de processamento de imagens e aprendizado de máquina nas imagens obtidas pelo equipamento eletrônico descrito na seção 2.1. No pré-processamento, utilizamos o filtro *high-boost* dada a necessidade de melhorar a detecção de bordas e detalhes finos nas imagens. As técnicas utilizadas para detecção são baseadas no algoritmo proposto por Viola-Jones (2001) que utiliza uma abordagem de reconhecimento de padrões a partir de imagens. Esta técnica foi utilizada por Kasinski (2010), Padilla, Costa Filho e Costa (2012), para o reconhecimento facial, e por Reinius (2013) para o reconhecimento de objetos usando dispositivos móveis. O *Haar Cascade* (VIOLA e JONES, 2001), que pode ser encontrado na biblioteca OpenCV, é um algoritmo de aprendizado baseado em AdaBoost, que seleciona um pequeno número de características visuais críticas de uma determinada imagem, comparando amostras positivas e negativas, e as utiliza para a etapa de detecção e classificação de objetos. A principal característica da cascata de classificadores é fazer com que seus estágios iniciais descartem uma grande quantidade de regiões que não contém o objeto desejado, e deixem o trabalho mais simples para classificadores presentes em estágios mais avançados, aumentando sua eficiência, rapidez e precisão. As etapas do processo de contagem estão representadas no diagrama apresentado na Figura 3.



Figura 3 - Processo de contagem automática

Descrito por Viola e Jones (2001) como uma árvore degenerativa de decisão (decision stump), o *Haar Cascade* contém um encadeamento de classificadores do mais genérico ao mais específico, segundo o qual os primeiros níveis da cascata são menos precisos, apesar de conseguir classificar uma grande quantidade de amostras

com uma pequena quantidade de características. No decorrer do processo, assumindo que uma amostra foi classificada como positiva, esta sub-região da imagem é submetida aos classificadores em estágios seguintes, descartando-se regiões classificadas como negativa. O algoritmo AdaBoost é utilizado neste processo para aumentar a eficácia e precisão do classificador utilizado na cascata, utilizamos árvore de decisão como nosso classificador. Este classificador é utilizado tanto para selecionar as características quanto para classificar áreas da imagem como positivas ou negativas.

O trabalho com o classificador envolve duas etapas: treinamento e detecção. Para a etapa de treinamento do *Haar Cascade*, produzimos amostras positivas, que contém o objeto de interesse, e amostras negativas, que não devem conter este objeto. Separamos palhetas que foram colhidas em campo em dois grupos: treinamento e testes. Para o grupo de treinamento, extraímos manualmente pequenas imagens que continham ovos para gerar as amostras positivas, totalizando 20 imagens positivas medindo 92x92 *pixels*. Em seguida criamos, sinteticamente, 35 amostras geradas a partir da rotação, em passos de 10°, das amostras originais, totalizando 720 amostras positivas, algumas destas amostras são apresentadas na Figura 4.



Figura 4 – Pré-processamento de imagens rotacionando em 10 graus.

O conjunto de amostras negativas contém 1440 imagens geradas a partir de regiões das palhetas que não continham ovos. As amostras negativas também passaram pelo processo de pré- processamento para não evidenciar grandes diferenças entre estas e as positivas.

Para a etapa de treinamento utilizamos um computador com a seguinte configuração: processador AMD A10 com 16gb de memória RAM, que dispõe de 6 núcleos para processamento de imagens e 4 para processamento geral.

Os parâmetros adquiridos na fase de treinamento, número de classificadores e características relevantes para a detecção do objeto, foram salvos em um arquivo xml. A fase de treinamento é caracterizada por uma longa demora devido à natureza do próprio treinamento. Uma vez que os classificadores foram treinados, a etapa de detecção se dá de maneira rápida e eficiente com custo computacional mínimo, motivo pelo qual viabilizou o uso do *Raspberry Pi*. Nesta etapa, a caixa captura uma sequência de fotos da palheta, formando uma imagem única. Por fim, o algoritmo faz

a busca nessa imagem por regiões que têm as características obtidas no treinamento e retorna à quantidade de objetos detectados por cada palheta escaneada.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na fase de testes utilizamos uma palheta para a validação dos resultados. Foi feita a contagem dessa palheta usando um microscópio binocular, encontrando 26 ovos. Como observa-se na Figura 5, os quadros verdes são as marcações de ovos encontrados. De 26 ovos contidos na palheta o sistema de reconhecimento e contagem conseguiu contabilizar 14 e identificou alguns falsos positivos. Outro ponto que pode se destacar é a sobreposição dos ovos, quando há ovos bem próximos ou até por cima do outro, o algoritmo detecta como somente um ovo. Como resultado da contagem, nestes testes iniciais, obtivemos taxa de *recall* de cerca de 60%.

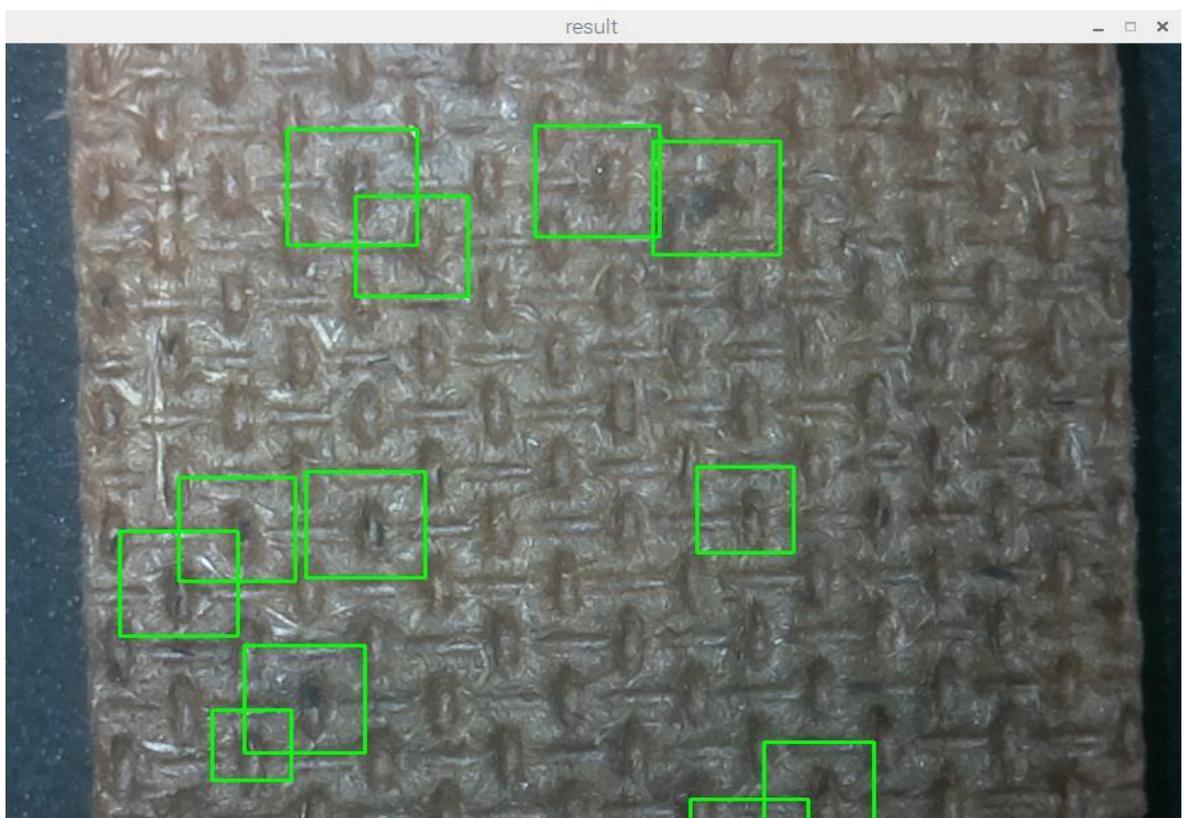


Figura 5 - Imagem do sistema de reconhecimento e contagem de ovos.

### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o sistema tenha mostrado resultados positivos, algumas melhorias fazem parte das próximas etapas do deste projeto de pesquisa como: a instalação de mais LEDs no interior da caixa, e a aquisição de uma câmera de 8 megapixel, melhorando a qualidade de captura das imagens, a fim de aprimorar os resultados e torná-lo mais robusto a falhas. Na fase de reconhecimento, por exemplo, a utilização

de mais critérios de seleção dos objetos poderia aumentar o poder de classificação do algoritmo, e assim garantir que somente ovos fossem reconhecidos.

Outro ponto a ser explorado, é incrementar o número de amostras para melhorar o método de contagem, já na fase de pré-processamento, testar outro filtro de imagem a fim de destacar as regiões da borda. A implementação dessas e outras melhorias a serem incorporadas ao sistema fazem parte dos trabalhos futuros a serem realizados.

## REFERÊNCIAS

- DA SILVA, M. G. N. M.; RODRIGUES, M. A. B.; DE ARAUJO, R. E. Sistema de aquisição e processamento de imagens de ovitrampas para o combate a dengue. *Rev. Bras. Eng. Biom*, v. 28, n. 4, p. 364-374, 2012.
- DALLAZUANNA H, Bonat WH, Ribeiro Junior PJ. Dengue um ambiente para o monitoramento de ovos do mosquito *Aedes aegypti*. In: RBRAS: Anais da 53ª Reunião Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria; 2008 maio 14-16; Lavras. Lavras: SBCS; 2008.
- DONALÍSIO, Maria Rita; GLASSER, Carmen Moreno. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 5, n. 3, p. 259-279, 2002.
- FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Inteligência artificial: noções gerais. Florianópolis: Visual Books, 2003.
- KASINSKI, A.; SCHMIDT, A. The architecture and performance of the face and eyes detection system based on the Haar cascade classifiers. *Pattern Analysis and Applications*, v. 13, n. 2, p. 197- 211, 2010.
- LIENHART, R.; MAYDT, J., 2002. An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection, *EEE ICIP*, vol. 1.
- PADILLA, R.; COSTA FILHO, C. F. F.; COSTA, M. G. F. Evaluation of haar cascade classifiers designed for face detection. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v. 64, 2012.
- REINIUS, S. Object recognition using the OpenCV Haar cascade-classifier on the iOS platform. 2013.
- VIOLA, P.; JONES, M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In: *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on. IEEE, 2001. p. I-I.*
- WILSON, Phillip Ian; FERNANDEZ, John. Facial feature detection using Haar classifiers. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, v. 21, n. 4, p. 127-133, 2006.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-087-2

