

Processamento Digital de Imagens

Trabalho 2

Mariana Mendanha da Cruz
Engenharia de Controle e Automação
Faculdade de Tecnologia - UNB
Matrícula: 160136784
Email: mariana.mendanha.mm@gmail.com

Abstract—Trabalho de Processamento Digital de imagens utilizando Octave.

I. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é abordar o tema Processamento Digital de imagens, seu uso em ambientes práticos contando com a ferramenta Matlab/Octave e também por em prática os conhecimentos passados em aula na disciplina de Introdução a Processamento de imagens.

MATLAB é um software interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico. Ele integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos em ambiente simples. Utilizando-se do pacote Image Processing Toolbox do Matlab/Octave é possível ler imagens como matrizes e com isso aplicar diversas operações, manipulando a imagem.

Inicialmente escolheu-se um artigo para tomar como referência, o artigo escolhido para esse projeto foi o <https://shortest.link/hoV> que consiste na implementação de um algoritmo para contagem de ovos do mosquito Aedes Aegypti em ovitrampas. Onde se encontram 3 métodos e suas comparações de resultados. Neste trabalho será abordado 2 desses algoritmos com adaptações já que as imagens foram retiradas de fontes diferentes, por fim, compararemos os resultados da contagem de 5 imagens e discutiremos os resultados para concluir se esses métodos são viáveis ou não baseado em suas porcentagens de erro, pensando que uma contagem é aceitável tem no máximo 10% de erro sendo que este é o parâmetro de erro humano .

Com relação ao tema, é importante abordar alguns conceitos, sendo eles: sistema de cores YIQ, Binarização e Morfologia.

Nesse sistema, a componente Y corresponde à luminância e as componentes I à matiz e Q à saturação, juntos codificam as informações de cromaticidade. A conversão do modelo RGB para YIQ é definida como:

$$g(x, y) = \begin{cases} R_1 \text{ se } f(x, y) \leq T \\ R_2 \text{ se } f(x, y) > T \end{cases} \quad (1)$$

em que 0 R, G, B 1. A soma dos elementos da primeira linha da matriz é igual a 1, enquanto que a soma das duas outras linhas é igual a 0. Assim para uma imagem em tons de cinza em que todos as componentes R, G e B são iguais, as componentes I e Q são 0.

Para separar os objetos que desejamos analisar de uma imagem, utilizamos técnicas de binarização ou limiarização. A binarização é o método mais simples de segmentação de imagens. Resumidamente consiste em separar uma imagem em regiões de interesse e não interesse através da escolha de um ponto de corte. Os métodos mais simples de binarização utilizam um único ponto de corte, conhecido por threshold (limiar). Em alguns casos, no entanto, não se consegue apenas um limiar que resulte em uma boa segmentação para toda a imagem. Para esses casos existem técnicas de limiarização variáveis e multiníveis baseadas em várias medidas estatísticas. Como sabemos que uma imagem digitalizada pode ser escrita como uma função $f(x, y)$ (histograma), a função binarização pode ser escrita como:

$$g(x, y) = \begin{cases} R_1 \text{ se } f(x, y) \leq T \\ R_2 \text{ se } f(x, y) > T \end{cases} \quad (2)$$

Onde T é o limiar, R_1 e R_2 são os valores estipulados para os níveis de cinza da imagem binarizada, neste caso utiliza-se 0 (preto) e 255 (branco).

A Morfologia Matemática se refere ao estudo e análise de imagens usando operadores não lineares. Ela consiste em extrair informações de uma imagem de geometria desconhecida pela transformação com uma outra imagem completamente definida, chamada elemento estruturante.

Ao contrário da convolução genérica, na Morfologia Matemática o formato do elemento estruturante terá impacto sobre o resultado. Dentre as atividades que a morfologia executa no processamento de imagens estão: aumento de qualidade, restauração, detecção de falhas, análise da textura, análise particular, análise de formas, compreensão, etc. Essas ferramentas são aplicadas em diversas áreas como visão robótica, inspeções, microscopia, biologia, metalurgia e documentos digitais.

A ideia básica é percorrer uma imagem com um elemento estruturante e quantificar a maneira com que este se encaixa ou não na imagem. No caso afirmativo, marca-se o local ou nível de cinza onde o elemento estruturante coube na imagem. Dessa forma, pode-se extrair informações relevantes sobre o tamanho e forma de estruturas na imagem. As operações morfológicas que utilizaremos serão: erosão, dilatação, abertura e fechamento.

II. METODOLOGIA

Nessa seção será abordada a resolução dos Problemas:

A. Método 1 & Método 2

Ambos os métodos de contagem automática se baseiam na exploração dos modelos de cor YIQ, na limiarização e na retirada de ruídos das imagens.

1) *Pré-processamento:* Durante o pré-processamento, as imagens são convertidas do sistema RGB para o sistema de cor YIQ com a transformada demonstrada na introdução. Sendo a componente Y correspondente ao nível de luz, a componente I correspondente à diferença de cores e a Q a saturação das mesmas. Tendo que a componente I não apresenta informações sobre a maior parte da ovitrampa ela será utilizada como referência para as próximas operações.

2) *Binarização:* Em seguida, é feita a binarização do componente I das imagens para separar o que é ovo do fundo, mesmo assim, a maioria das imagens obtidas possuem ruídos muito evidentes.

3) *Pós-processamento:* O pós-processamento dos Métodos são compostos pela eliminação das regiões conectadas com área menor do que a dos ovos para cada caso por meio da função *bwareaopen()*, retirando assim, grande parte dos ruídos e por fim, apenas para o método 1 é aplicado o fechamento morfológico com elemento estrutural definido como:

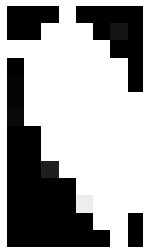


Fig. 1. Elemento estrutural

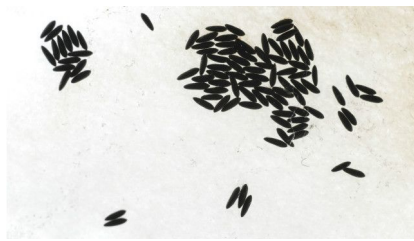
4) *Contagem:* Para a contagem pegou-se uma área bem definida de cada imagem, dividiu-se o número de bits brancos totais dessa área pelo número conhecido de ovos, obtendo assim uma área média de um ovo para cada imagem.

A partir de resultados experimentais foi estabelecido que a área média que um ovo ocupa tipicamente é 220 pixels. Por consequência, o número de ovos é a quantidade total de

pixels brancos presentes na imagem binarizada resultante da etapa anterior dividida pela área média de um ovo. A diferença na área média do ovo (220 no lugar de 170 do primeiro método) é devido à diferença dos métodos de classificação e da ausência da aplicação de filtros baseados em morfologia matemática com uso de elementos estruturantes. No Capítulo 5 são apresentados os resultados dos experimentos aplicando esse método.

III. RESULTADOS

Na preparação das imagens, foram contados manualmente os ovos de cada uma das imagens, este número foi usado como referência durante a validação dos algoritmos, as imagens utilizadas se encontram a seguir:



(a) Região com 98 ovos



(b) Região com 110 ovos



(c) Região com 2 ovos



(d) Região com 33 ovos



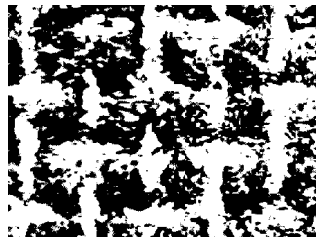
(e) Região com 96 ovos

Fig. 2. Imagens para contagem

Sendo que a região na figura (d) faz parte da figura (e). Após a binarização temos:



(a) Região com 98 ovos binarizada



(b) Região com 110 ovos binarizada



(c) Região com 2 ovos binarizada



(d) Região com 33 ovos binarizada



(e) Região com 96 ovos binarizada

Fig. 3. Imagens após binarização

Foi aplicada então, *bwareaopen()* para a retirada de ruídos, sendo os valores utilizados de parâmetro para cada imagem:

- (a) Método 1: 100 Método 2: 140
- (b) Método 1: 100 Método 2: 140
- (c) Método 1: 100 Método 2: 140
- (d) Método 1: 800 Método 2: 900
- (e) Método 1: 800 Método 2: 900

No caso do Método 1 foi aplicado o fechamento com o elemento exemplificado na seção anterior, obtendo:

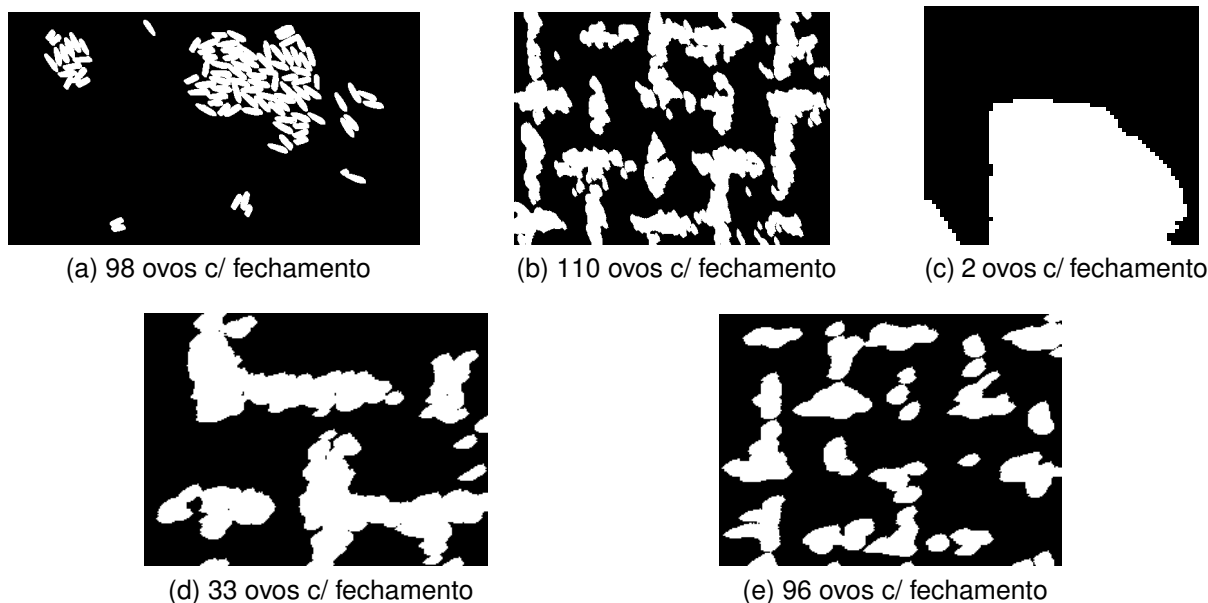


Fig. 4. Imagens após fechamento

É então, calculada a quantidade de bits com valor 1 (brancos) em uma área escolhida de cada imagem, sabendo a quantidade de ovos nesta área faz-se a divisão do número de bits 1 pela quantidade de ovos, obtendo assim uma área média de 1 ovo. podemos ver a seguir as seções escolhidas de cada imagem:

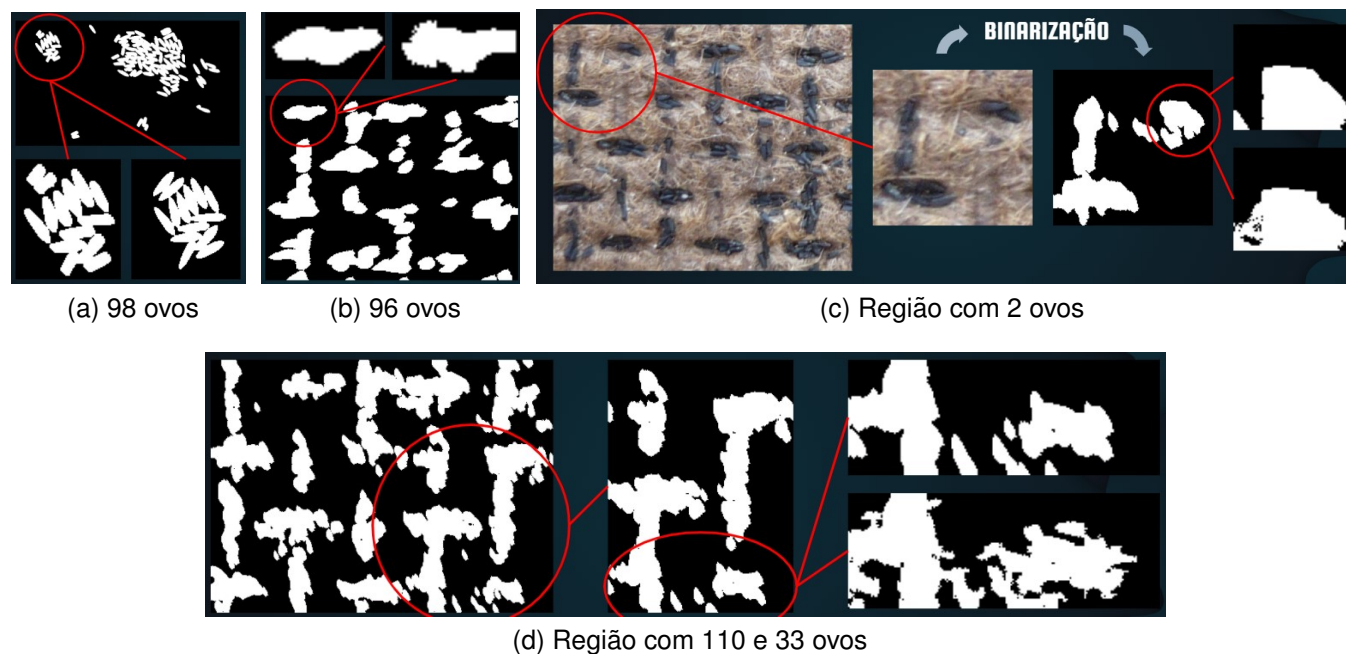


Fig. 5. Imagens com áreas selecionadas circuladas

A área média de um ovo obtida para cada imagem pode ser vista a seguir:

- (a) Método 1: 252.64 Método 2: 295.50
- (b) Método 1: 505.44 Método 2: 650.89
- (c) Método 1: 658.36 Método 2: 781.45
- (d) Método 1: 505.44 Método 2: 650.89
- (e) Método 1: 169.33 Método 2: 200.33

Em seguida percorreu-se as imagens inteiras com a mesma abordagem de contabilizar os bits 1 e dividiu-se estes valores pelos valores encontrados no passo anterior (média de bits para 1 ovo), obtendo o número de ovos mostrados a seguir:

- (a) Método 1: 105.43 Método 2: 99.130
- (b) Método 1: 107.04 Método 2: 109.25
- (c) Método 1: 2.3163 Método 2: 2.2624
- (d) Método 1: 30.751 Método 2: 33.543
- (e) Método 1: 81.502 Método 2: 93.155

Arredondando os resultados obtemos a tabela:

	MANUAL	MÉTODO 1	MÉTODO 2
IMAGEM 1	98	105	99
IMAGEM 2	96	82	93
IMAGEM 3	2	2	2
IMAGEM 4	33	31	34
IMAGEM 5	110	107	109

Fig. 6. Resultados da contagem automática de ovos

Calculando o erro para cada imagem dos métodos, temos:

ERRO M1 e ERRO M2

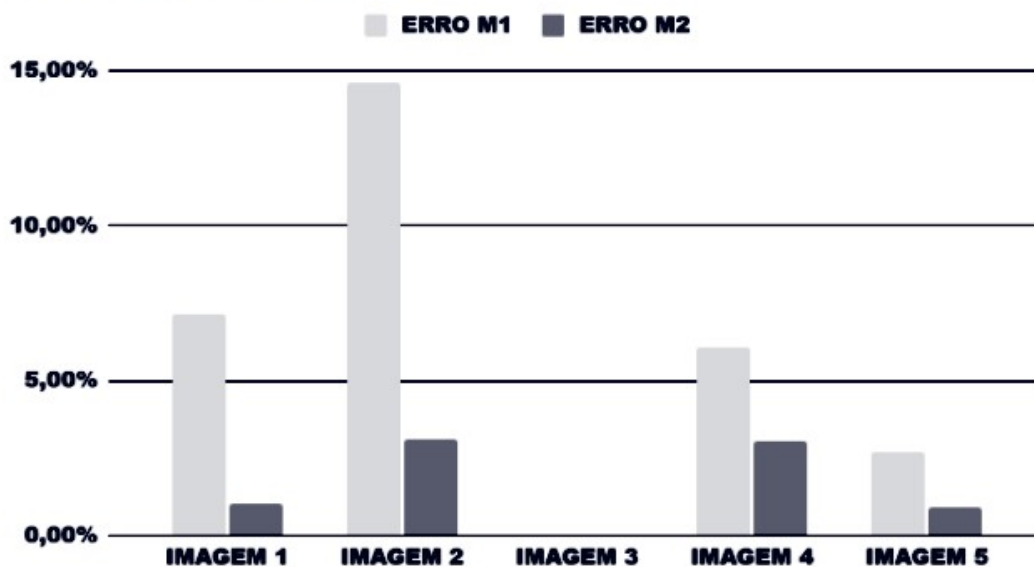


Fig. 7. Erros obtidos para cada imagem. Ordem: (a)(e)(c)(d)(b)

Com valores:

- (a) Método 1: 7,14% Método 2: 1,02%
- (b) Método 1: 2,72% Método 2: 0,90%
- (c) Método 1: 0,00% Método 2: 0,00%
- (d) Método 1: 6,06% Método 2: 3,03%
- (e) Método 1: 14,58% Método 2: 3,13%

Por fim, temos o erro global e o erro médio calculados para cada método:

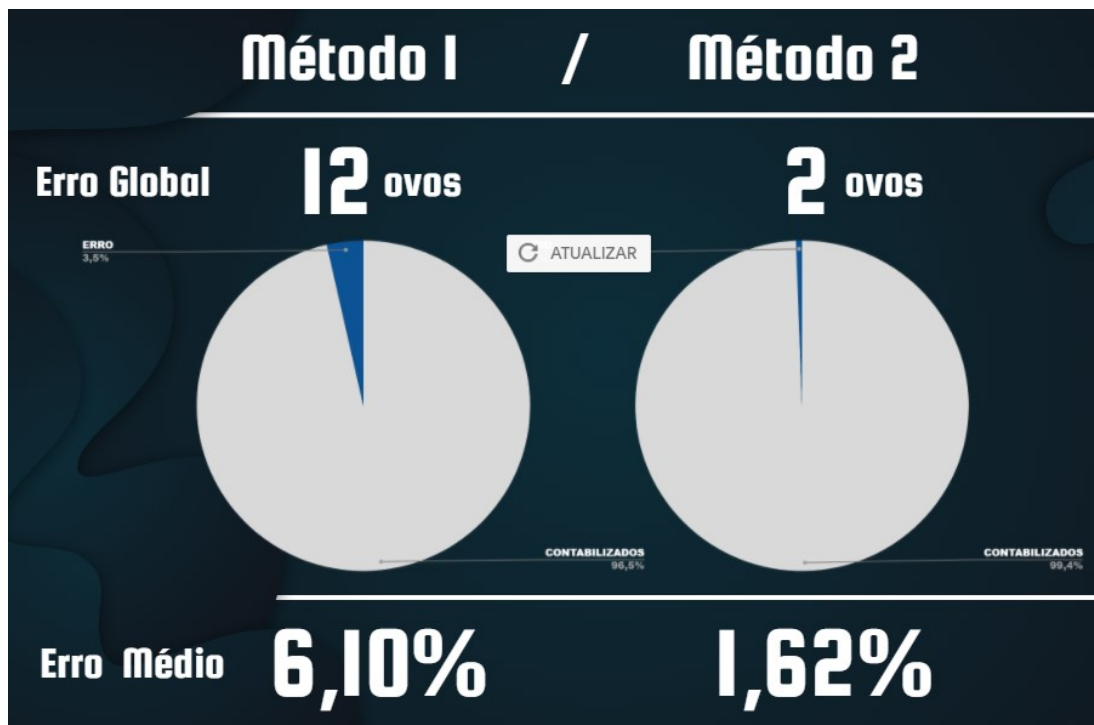


Fig. 8. Erro geral obtido para cada método

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho procurou desenvolver dois métodos para a contagem automática dos ovos de mosquito *Aedes aegypti*, principal transmissor da dengue e aferir a sua viabilidade em campo. O mosquito deposita seus ovos em ovitrampas, armadilhas desenvolvidas para coletar ovos. O resultado da contagem visual é sensível às limitações do operador humano, devido a fatores como grande esforço visual, necessidade de alta concentração e ocorrência de fadiga ao longo de repetidas inspeções visuais.

Na análise do grupo de imagens, os resultados alcançados pelos Métodos foram aceitáveis em relação ao modo manual de análise de ovitrampas de acordo com o erro máximo aceito que é de 10% visto que tiveram seus erros com média de 6,1% e 1,62% respectivamente, sendo os erros do método 2 muito menores que o do primeiro.

Por último, podemos dizer que o objetivo do trabalho foi alcançado, os temas propostos foram trabalhados, praticou-se os conceitos e conhecimentos abordados em aula e encontrou-se os resultados requisitados.

V. REFERÊNCIAS

Roteiro do trabalho.
Slides de Introdução a Processamento de imagens.
Livro texto - Digital Image Processing.
<http://www.lapix.ufsc.br/ensino/visao/morfologia-matematica/>
<https://infoescola.com.br>
<https://tecnoblog.net>
<https://stackoverflow.com>
<http://www.ime.unicamp.br/~valle/PDFfiles/valente10.pdf>
<https://octave.sourceforge.io>
<https://mathworks.com>
<http://www.ic.uff.br/~aconci/OTSUeOutras.pdf>
<https://docplayer.com.br/70077392-Contagem-automatica-de-ovos-de-aedes-aegypti-em-imagens-de-ovitrampas.html>