

## RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

### 1. Identificação

**1.1 Título do Plano de Trabalho:** Rastreamento de Múltiplas Larvas utilizando técnicas de Visão Computacional

**1.2 Nome do Orientador:** Hemerson Pistori

**1.3 Nome do Acadêmico:** Jaime Henrique Ferreira de Sá Queiroz  
**RA:** 102634  
**Número Processo Bolsa IC CnPq :** 110336

**1.4 Unidade (Curso):** Engenharia de Computação  
**Semestre:** 10

### 2. Resultados e Discussão

O objetivo deste trabalho foi desenvolver algoritmos, baseados em Visão Computacional, para segmentação e rastreamento de múltiplas larvas a serem aplicados ao monitoramento de bioensaios com as larvas do *Aedes aegypti*. O *Aedes* é o mosquito transmissor da Dengue e este tipo de monitoramento é fundamental no desenvolvimento de novos larvicidas para este que é um dos grandes problemas de saúde na região em que este projeto foi desenvolvido [INF09].

No início do projeto foram feitos estudos sobre a linguagem de programação JAVA e de alguns de seus pacotes livres já existentes, como o IMAGEJ [AMR04].

Foram realizadas as primeiras filmagens da larvas em um dos laboratório do bloco L da UCDB. Logo abaixo uma sequência de imagens de um dos vídeo gravados.



Imagens de um experimento real.

A ferramenta IMAGEJ possui o *plugin* FLOWJ, que contém uma coleção de algoritmos de fluxo óptico. Foram realizados experimentos com os algoritmos desse *plugin*. Para isso foi criado um *stack* (sequência de imagens) com 20 camadas utilizando frames dos vídeos das larvas.

Nos experimentos realizados com o *plugin* FLOWJ o algoritmo do método de Lucas & Kande foi o que apresentou melhores resultados durante os testes. Como pode ser visto na tabela abaixo:

Algoritmos Testado	Tempo de execução	Deteção de movimento
Lucas & Kanade	3,00 sec	sim
Singh	4,4 sec	sim
Uras	1,4 sec	não
Fleet & Jepson	1,7 sec	não

Posteriormente foram realizadas novas filmagens com fundo e recipientes mais adequados afim de obter imagens de melhor qualidade para o sistema de visão computacional.



**Imagens com fundo e recipientes adequados.**

As imagens adquiridas pela câmera são segmentadas, gerando assim imagens com apenas os objetos de interesse que no caso são as larvas. Essas imagens são passadas a um filtro preditivo que irá realizar o rastreamento onde será obtida a localização de cada larva.

Com cada larva devidamente localizada utiliza-se um extrator de atributos baseado em forma juntamente com um classificador onde obtém-se uma posição característica da larva. Depois de repetidas as etapas anteriores em um determinado número de imagens é gerada uma sequência de observação. Com base nessa sequência é determinado se a larva está viva ou morta.

Na segmentação foi utilizada a técnica subtração de fundo, devido aos experimentos com larvas possuírem um fundo estático o que favorece a utilização dessa técnica. A vantagem de se utilizar a técnica de subtração de fundo é pelo seu custo de processamento ser baixo e por ser de fácil implementação.



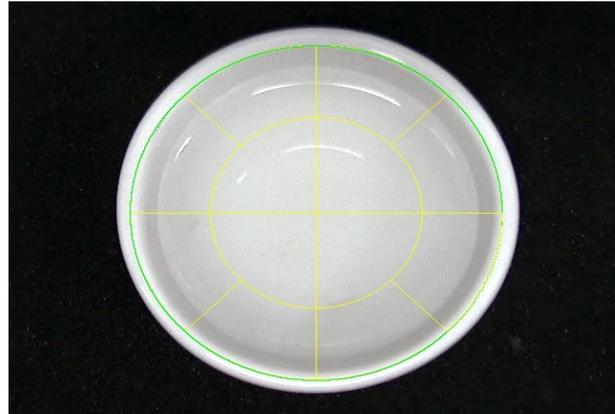
**Imagem original.**



**Imagem segmentada.**

Essa técnica consiste no cálculo da diferença simétrica entre cada pixel do quadro atual e do modelo de fundo e se essa diferença for maior que um limiar, este pixel é considerado como pertencente ao fundo. Para estimar o modelo de fundo foi adotada uma solução trivial que é filmar o cenário sem os objetos de interesse.

O filtro preditivo utilizado foi o filtro de partículas que pode ser aplicado em problemas envolvendo modelos não lineares e não gaussianos [GOL04]. No experimento com o filtro de partícula foi utilizado o método de métrica igual ao de um experimento de campo aberto, como está representado na figura abaixo:



**Região do Experimento.**

Um experimento de campo aberto divide a região em 12 áreas do mesmo tamanho, para apurar se o rastreamento em um determinado intervalo de tempo está sendo efetuado corretamente pelo filtro de partícula.

Para realização dos experimentos foram feitas filmagens com 1, 3, 5 e 10 larvas em um recipiente branco de diâmetro de 8cm e com 35ml de água.

Foi utilizada uma webcam Logitech QuickCam Pro 4000 1.3 megapixels para a captura das imagens com resolução 640x480 e codificação jpeg. O computador que realizou o processamento das imagens obtidas tem a seguinte configuração: processador P4 3.0GHz, 1024MB de memória RAM e sistema operacional Linux distribuição Ubuntu 8.04.

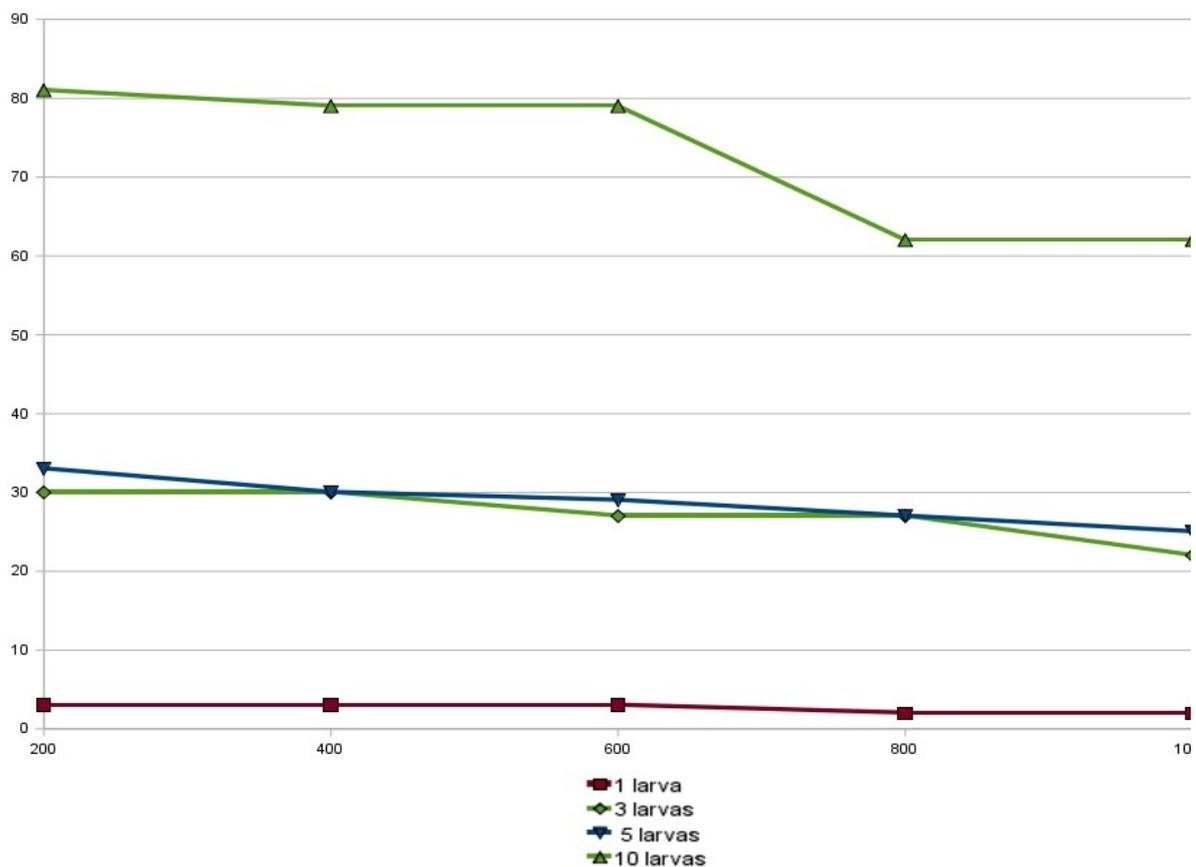
Os experimentos foram realizados aumentando o número de partículas do filtro e foram escolhidos 50 quadros de cada filmagem. Em cada quadro era anotado em qual das 12 regiões as larvas estavam localizadas.

Depois de gerada a base de comparação, quadro a quadro era feito o módulo da diferença entre a quantidade de larvas contidas em uma das 12 regiões do experimento da base de comparação com a quantidade de larvas obtidas pelo rastreamento do sistema, assim cada quadro gerava um valor conhecido também como distância de Manhattan. Ao final eram somadas as distâncias de cada quadro.

Os experimentos mostraram que com um número menor de larvas, a soma das distâncias de Manhattan de cada quadro foram menores. Os melhores resultados são aqueles que se aproximam de 0, que seria o valor ideal que indicaria um sistema sem erros no rastreamento.

Por isso que neste experimentos as quantidades de uma e três larvas apresentaram melhores respostas ao sistema pois também é onde a interação de uma larva com as demais são menores.

No gráfico a seguir mostra a relação entre a variação do número de partículas do filtro e distância de Manhattan calculada de acordo com a quantidade de larvas de cada experimento.



Para identificar quando uma larva está viva ou morta é necessária a observação do seu movimento. Para isso, o movimento que garante o deslocamento da larva no meio líquido foi decomposto em três possíveis estados. Os estados foram denominados de posição aberta, curvada e fechada.



Aberta



Curvada



Fechada

Uma larva é dada como viva quando os estados de movimentação citados anteriormente são realizados rapidamente e com uma elevada frequência de repetições dos estados de movimentação. E quando esses movimentos e a frequência de repetições são reduzidos ou há ausência de movimento durante o tempo de observação então a larva é considerada como morta.

O experimento realizado na classificação automática tem o objetivo testar os extratores de atributos baseados em forma implementados no SIGUS [PMPN06], uma biblioteca de apoio ao desenvolvimento de aplicações que utilizam um dispositivo de captura de imagens com interface para interação homem-computador, por meio dos classificadores do Weka. Assim selecionar os atributos que elevam a taxa de acerto dos classificadores. Foram utilizados os seguintes extratores: Descritores Geométricos, Momentos de Imagem e K-Curvatura [SGM07].

Foi criada uma base de treinamento constituída por vinte amostras para cada estado de movimentação que foram definidos para a larva. As amostras são recortes individuais de larvas nas imagens de diferentes vídeos onde foram filmadas larvas em meio líquido, exemplos de amostras podem ser vistas nas figuras anteriores.

Essas amostras foram submetidas aos extratores mencionados anteriormente. Foram geradas para cada extrator uma base de dados denominada ARFF (*Attribute-Relation File Format*), basicamente esse arquivo contém o conjunto de instâncias e um cabeçalho com os nomes da coleção de instâncias e das características que compõem cada instância.

Também foi gerado um arquivo ARFF com todos os atributos disponíveis de cada extrator totalizando 48 atributos. Os ARFFs gerados foram processados pelo Weka para o treinamento de seus algoritmos de aprendizagem. Foram testados dois algoritmos, C4.5 (árvore de decisão) e KNN (*k-nearest neighbor*).

O Weka possui uma recurso que possibilita realizar testes para medir a taxa de acerto dos classificadores. A Tabela abaixo exhibe a porcentagem atingida individualmente por cada extrator e por último com atributos de todos os extratores.

Extratores/Classificadores	C4.5	KNN
Momentos de Imagem	71.6	76.6
K-Curvatura	65.0	73.3
Descritores Geométricos	88.0	90.0
Todos	71.0	65.0

Muitos problemas de inferência quantitativa em pesquisa biológica e tecnológicas dizem respeito à relação entre um estímulo e uma resposta. A estatística torna-se necessária quando a resposta não é determinada exatamente pelo conhecimento do estímulo, e as repetições dos experimentos ou observações para valores estabelecidos da variável independente não apresentam o mesmo tamanho de resposta. A análise probit foi então desenvolvida para dar interpretações de tais resultados.

Foi então implementado um módulo de estatística para realizar análise probit ao final dos experimentos dos bioensaios .

Após os testes e experimentos foi implementado um sistema de informação, integrado com o sistema de visão computacional e estatística, para o controle dos diversos experimentos com diferentes extratos que é alimentado pelos resultados do módulo de visão computacional.



### 3. Conclusões

Este trabalho mostrou os métodos necessários para a implementação de um sistema de visão computacional para se automatizar uma tarefa que está bastante sujeita a erros por ser cansativa para o ser humano. Foram abordadas técnicas de visão computacional como subtração de fundo, filtro de partícula e extração de atributos baseado em forma que foram utilizadas durante o desenvolvimento do sistema.

### 4. Produção Técnica e Científica

Artigos publicados:

QUINTA, L.; QUEIROZ, J. H.; SOUZA, K. P. de; PISTORI, H.; CEREDA, M.  
**P. Classificação de Leveduras para o Controle Microbiano em Processos de Produção de Etanol.** In: WVC 2010 - Workshop de Visão Computacional, 4-7 Julho, Presidente Prudente, São Paulo, 2010.

QUEIROZ, J. H; PISTORI, H.; PORTO, K. R.; ROEL, A. R. **Rastreamento de Múltiplas Larvas utilizando Técnicas de Visão Computacional: Resultados Preliminares** Workshop de Iniciação Científica - XXII SIBGRAPI, Rio de Janeiro, Brasil, Outubro, 2009

### 5. Atividades Complementares

- XXI Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, nos dias 12 à 15 de outubro de 2008.
- Tutorial “Efeitos visuais, uma abordagem a partir do processamento digital de imagens”, no dia 12 de outubro de 2008, ministrada por João Victor e Arnaldo de Albuquerque.
- Tutorial “Introdução a Processamento de Imagens e Visão Computacional usando OpenCV”, no dia 12 de outubro de 2008, ministrada por Maurício Marengoni e Denise Stringhini.
- Palestra intitulada “Tecnologia Veicular” ministrada pelo palestrante Silvio Shizuo. Sumioshi.
- Palestra intitulada “Sistemas Java em Ambientes Corporativos”, ministrada por Alexandre Rosa Camy.

- Palestra intitulada “Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas”, ministrada por Amâncio Rodrigues da Silva Jr.
- Palestra intitulada “Gerência de Projetos”, ministrada por Vanessa Campos
- Palestra intitulada “Proteção de Motores de Indução Elétrica”, ministrada por João Carlos Dias.
- Participação da SEMANTEC, semana de tecnologia da UCDB, nos dias 22 a 24 de abril de 2008.

## **6. Referências Bibliográficas**

[AMR04] M. D. ABRAMOFF, P. J. MAGELHAES, P.J. RAM. Image Processing with ImageJ. Biophotonics International, volume 11, issue 7, pp. 36-42, 2004.

[GOL04] S. K. GOLDENSTEIN. A gentle introduction of predictive filters. Revista da Informática Teórica e Aplicada (RITA), 2004.

[GW00] R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Processamento de Imagens Digitais. Primeira edition, 2000.

[GWE06] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L Eddins. Digital Image Processing using MATLAB. 2006.

[HLCP00] C. Hue, J.P. Le Cadre, and P. Perez. Tracking multiple objects with particle filtering. 2000.

[INF09] Secretaria de vigilância em Saúde informe epidemiológico da Dengue - Semanas de 1 a 52 de 2009. Technical report, 2009.

[Mon05] J. B. O. Monteiro. Filtro de partículas para rastreamento de múltiplos camundongos. Monografia (Graduação), 2005. UCDB, Campo Grande, MS.

[PMPN06] H. Pistori, P. S. Martins, M. C. Pereira, and J. J. Neto. Sigus - plataforma de apoio ao desenvolvimento de sistemas para inclusão digital de pessoas com necessidades especiais. In IV a Congresso Iberdiscap: Tecnologias de Apoio a Portadores de Deficiência, Vitória, ES, February 2006.

[Pra07] William K. Pratt. Digital Image Processing. Fourth edition, 2007.

[Rek04] Ioannis M. Rekleitis. A particle filter tutorial for mobile robot localization. Technical Report TR-CIM-04-02, Centre for Intelligent Machines, McGill University, 3480 University St., Montreal, Qu'bec, CANADA H3A 2A7, 2004.



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO**  
**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

[SGM07] J. A. Silva, W. N. Gonçalves, B. B. Machado, H. Pistori, and A. S. Souza. Comparação de descritores de formas no reconhecimento de objetos. III WVC - Workshop de Visão Computacional, São José do Rio Preto, São Paulo, 2007.

[Sou10] Kleber Padovani Souza. Aplicação de modelos de markok ocultos na obtenção de taxas de mortalidade das larvas do mosquito da dengue. Master's thesis, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2010.

[SP05] K. P. Souza and H. Pistori. Implementação de um extrator de características baseado em momentos da imagem. SIBGRAPI '05: Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, 2005.

Campo Grande, 04 de Outubro de 2010

**Hemerson Pistori**

**Jaime Henrique F. de Sá Queiroz**