

# Segmentação de Texturas utilizando a Transformada Wavelet

Diogo Soares da Silva

Orientador: Dr. Hemerson Pistori  
Coorientadora: Lia Nara Balta Quinta

## INOVISÃO

Grupo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Visão Computacional  
Universidade Católica Dom Bosco  
Av. Tamandaré, 6000 - Jardim Seminário.  
79117-900 Campo Grande, MS.

03 de Junho de 2011.

### *Resumo*

Neste trabalho é proposto à implementação de um módulo de visão computacional baseado na Transformada de Wavelet para o reconhecimento de grãos de pólen, que será posteriormente integrado ao sistema de detecção, classificação e contagens de polens. A transformada de Wavelet é utilizada para a análise de sinais em relação ao espaço - frequência, sendo muito utilizada na segmentação de texturas. Como existem polens como formatos e cores semelhantes, a segmentação de textura é fundamental na classificação dos polens, demonstrando a importância da técnica na classificação dos méis.

## 1. Antecedentes e Justificativas

Conhecido desde a antiguidade, o mel sempre atraiu a atenção do homem, principalmente por seu delicioso sabor e sua composição rica em nutrientes. A apicultura por ser uma atividade que exige baixo investimento inicial, com uma boa garantia de retorno financeiro em curto prazo, incentiva muitos pesquisadores a desenvolver diversas

técnicas cada vez mais aprimoradas, com o intuito de induzir uma maior produtividade das abelhas.

O mel é uma substância produzida pelas abelhas *melíferas*, principalmente pelas pertencentes ao gênero *Apis*. O mel é produzido a partir do néctar recolhido das flores e processado diversas vezes pelas enzimas digestivas das abelhas. As abelhas utilizam parte deste mel para sua própria alimentação e o sobressalente é depositado em quantidades consideráveis nos favos da colméia, para posterior abastecimento da prole num possível período de escassez (CRANE, 1975).

Apesar de o mel ser basicamente constituído por açúcares (glicose e frutose) e água, seus outros componentes como aminoácidos, enzimas, proteínas, sais minerais, vitaminas e substâncias fenólicas, mesmo sendo em pequena quantidade transformam o mel em um alimento com alto teor nutritivo, além de propriedades medicinais (LIANDA; CASTRO, 2008).

Por ser uma cultura que pode ser facilmente implantada, produzindo um retorno financeiro rápido e ainda explora o ambiente sem degradá-lo, a apicultura brasileira possui os requisitos necessários para ser uma atividade de elevado potencial de inclusão social, atendendo às características econômicas, sociais e ambientais, ou seja, do desenvolvimento sustentável (MOREIRA, 1996).

Segundo (SOUSA, 2007), a apicultura brasileira não precisa limitar sua produção e comercialização à escala nacional, já que as exportações do mel brasileiro passaram a ser um bom negócio após a China ter perdido seu maior importador, a União Européia, quando ocorreu a elevação no preço deste produto. Após a entrada do Brasil no mercado de exportações, os números têm aumentado consideravelmente e as perspectivas para os próximos anos é que o consumo de mel se mantenha crescendo no mundo. O comércio deve continuar, mas para garantir que o Brasil não perca seu mercado, há a necessidade de se melhorar a qualidade e a produtividade das colméias.

A composição do mel depende, basicamente, da composição do néctar coletado da espécie floral produtora e da espécie de abelha que o produz, conferindo-lhe características específicas enquanto que as condições do solo, clima e o manejo do produtor têm menor influência nesta composição (WRITE JÚNIOR, 1978). Para garantir uma boa qualidade do mel, torna-se necessário, antes de tudo, o conhecimento da origem botânica do mel, pois méis de determinadas floradas possuem características únicas que podem antecipar algumas informações, tanto para o controle de qualidade quanto para o comércio.

Os trabalhos de análises físicos-químicos de méis são realizados com o objetivo de garantir que os méis analisados estejam dentro dos padrões ditados por órgão oficiais internacionais ou com os estabelecidos pelo próprio país, demonstrando a importância da análise para a garantia da qualidade do mel produzido internamente. O aumento do interesse internacional pelo mel fez com que vários trabalhos tenham sido desenvolvidos, fazendo com que a gama de métodos para a análise de suas características crescesse, aumentando também a sua precisão (LACHMAN et. al., 2007).

O mel pode ser classificado em duas classes a monofloral e multifloral, esta classificação é um fator muito importante e de grande interesse para o produtor, sendo muito estudada (MATEO e BOSH-REIG, 1998; SERRANO, 1994). Essa classificação é feita por uma contagem dos grãos do pólen nas amostras do mel, de forma que o mel pode ser considerado monofloral quando possui predominância maior que 80% do pólen de uma única espécie, e multifloral quando esta situação não ocorre (VENTURINI et al., 2007).

Como a contagem e classificação dos méis é realizado visualmente com a ajuda de um microscópio, o resultado da classificação pode ser alterado pelo erro humano, já que esta é uma tarefa desgastante e exige precisão. Assim, o projeto POLEN tem como

objetivo, automatizar esta contagem e classificação dos polens das amostras de méis produzidos na região através de um software de visão computacional que a partir de imagens microscópicas da amostra do mel o classifica segundo sua origem floral.

## 2 Objetivos

### 2.1 Geral

Desenvolver um módulo de Visão Computacional baseado na Transformada de Wavelet para o reconhecimento de grãos de pólen.

### 2.2 Específicos

1. Analisar ferramentas de apoio ao desenvolvimento do módulo;
2. Compreender os conceitos que serão utilizados no desenvolvimento do módulo;
3. Desenvolver um módulo para segmentação das imagens baseado na Transformada de Wavelet;
4. Documentação do módulo desenvolvido;
5. Integração ao módulo principal do projeto POLEN;

## 3 Revisão de Literatura

### 3.1 Visão Computacional

Visão Computacional é um conjunto de métodos e técnicas que através dos quais sistemas computacionais podem ser capazes de entender e interpretar imagens. A interpretação de uma imagem pode ser definida como a transformação de um conjunto de dados digitais representando pela imagem em uma estrutura de dados descrevendo as características deste conjunto em um contexto qualquer.

Uma imagem digital pode ser considerada uma matriz cujos índices de linhas e colunas indicam um ponto na imagem e o correspondente valor do elemento da matriz representa o valor daquele ponto. Estes elementos são chamados de elementos de imagem ou pixels. Para uma imagem monocromática, o nível de cinza é a escala de tonalidade, que vão de 0 para o negro e 255 para o branco. Se a imagem é colorida, normalmente ela é composta por um código RGB (Red, Green, Blue) que faz as combinações das cores vermelho, verde e azul.

Com esta matriz, é possível efetuar a segmentação da imagem, que consiste em subdividir uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. Esta separação depende da exigência de sua aplicação. A segmentação deve parar quando os objetos de interesse na aplicação tiverem sido isolados (DUDA et al., 2001). A identificação correta da forma, topologia e localização dos objetos na imagem é um requisito fundamental para que o processo de segmentação possa fornecer informações confiáveis. Entretanto, a etapa de segmentação apresenta-se ainda como um grande desafio, pois processar uma imagem de modo a segmentar um número de objetos, possivelmente em posições distintas e com diferentes tamanhos e formas, é uma tarefa que apresenta alta complexidade.

A definição de um conjunto de características, capaz de descrever de maneira precisa as regiões presentes nas imagens, é de extrema importância. Nesse aspecto, é comum o uso de diversos atributos que podem detalhar os objetos de interesse, como texturas, formas, intensidade dos níveis de cinza e cores. Métodos de análise de texturas

têm obtido resultados significativos, dentre eles, destacam-se os métodos baseados nas Transformadas Wavelets (TANG et al., 2000)(LIU et al., 2003).

### 3.2 Transformada de Wavelet

A transformada de Wavelet são funções matemáticas que cortam os sinais em diferentes componentes de frequência, e para que cada componente possa ser analisado em diferentes escalas. A primeira menção da transformada de Wavelet foi feita na tese de Albert Haar (HAAR, 1910), embora não tenha tido muita atenção nesta época, foi nas décadas de 1960 e 1980 que importantes trabalhos foram desenvolvidos utilizando as Wavelets na análise de sinais (GROSSMANN; MORLET, 1984)(COIFMAN, 1990). Porém, os avanços obtidos com esta técnica foram desenvolvidos graças às pesquisas de Ingrid Daubechies e Stephane Mallat. Daubechies (1988) que desenvolveu uma família de wavelets de base ortonormal e Mallat (MALLAT, 1989) pôs a Transformada Wavelet no conceito de decomposição multi-resolução de sinais, além das importantes relações entre bancos de filtros que realizou (WOUWER, 1998).

As wavelets têm sido aplicadas a vários problemas de diferentes áreas, como matemática, física quântica, engenharia elétrica, geologia sísmica e Visão Computacional. Segundo Costa (2006) no processamento de imagens, as aplicações utilizadas pelas wavelets incluem: edição, compreensão, controle automático do nível de detalhes para filtragem e análise de textura.

A Transformada Wavelet decompõem um sinal a partir de uma função principal (wavelet mãe) em diferentes componentes de frequência (LIVENS et al., 1996). Diferentemente das funções de Fourier (OPPENHEIM, 1997), as wavelets não se limitam a fornecer a representação do domínio frequência de um sinal, as wavelets também representam o domínio do espaço, propiciando a análise do sinal em qualquer instante (GRAPS, 1995), sendo este capaz de revelar aspectos importantes como limites, pontos de inflexão, descontinuidades e similaridade (REBBAPRAGADA, 2000).

## 4 Metodologia

Segue abaixo a descrição dos objetivos específicos para o desenvolvimento do método de segmentação de texturas.

1. Analisar ferramentas de apoio ao desenvolvimento do módulo;
  - a. Estudar conceitos de atributos de Textura;
  - b. Estudar algoritmos de segmentação baseados em diferentes atributos (forma, cor, saturação, textura, etc);
  - c. Estudar a API (Application Programming Interface) ImageJ.
2. Compreender os conceitos utilizados no desenvolvimento do módulo;
  - a. Levantamento bibliográfico sobre a morfologia dos grãos de Polén;
  - b. Levantamento das espécies florais existentes na região;
  - c. Levantamento de uma base de dados sobre os dados coletados, junto com um bom conjunto de imagens das espécies alvo.
3. Desenvolver um módulo para segmentação das imagens baseado na Transformada de Wavelet;
  - a. Planejar a estrutura do método a ser desenvolvido;
  - b. Desenvolver módulo de segmentação de Texturas baseado na Transformada de Wevelet;

- c. Realizar teste com a base de dados com o intuito de encontrar erros com a segmentação;
- d. Corrigir erros encontrados.
- 4. Documentação do módulo desenvolvido;
  - a. Desenvolver a documentação do método criado;
  - b. Divulgação do método através de possíveis publicações.
- 5. Integração ao módulo principal do projeto POLEN.
  - a. Adaptação do método para ser integrado ao projeto POLEN;
  - b. Realizar testes com o método para encontrar possíveis falhas na integração do método;
  - c. Corrigir os erros encontrados.

## 5 Cronograma

Etapa	Mês											
1.a	X	X										
1.b	X	X										
1.c	X	X										
2.a		X	X									
2.b			X	X								
2.c			X	X								
3.a				X								
3.b				X	X	X	X	X				
3.c					X	X	X	X				
3.d								X	X	X		
3.e								X	X	X		
4.a										X	X	X
4.b										X	X	X
5.a										X	X	
5.b											X	X
5.c												X

## Referências

- CRANE, E. Honey. *London: Morrison and Gibb*, 1975. 608 p.
- CRANE, E.; *O livro do mel*, 2a ed., Nobel: São Paulo, 1985.
- GRAPS, A. *An Introduction to Wavelets*. IEEE Computacional Science and Engineering, Vol. 2, nº 2, 1995.

- WRITEJÚNIOR, J. W. Honey. *Advances in Food Research*, v. 22, p. 287-374, 1978.
- MORREIRA, A. dos S. *Apicultura*. 2. Ed. Campinas: CATI, 1996.
- MATEO, R.; BOSH-REIG, F. *Classification of Spanish unifloral honeys by discriminant analysis of electrical conductivity, color, water content, sugars and pH*. J. Agric. Food Chem. Columbus, v.46, n.1, p. 393-400, 1998.
- SERRANO, R. B. *La miel: edulcorante natural por excelência*. Alimentaria, Madrid, n.29, p.29-35, 1994.
- VENTURINI, K. S; SARCINELLI, M. F; SILVA, L. C. *Características do mel*. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão. Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107 - Editado: 18.08.2007.
- LACHMAN, J.; KOLIHOVÁ, D.; MIHOLOVÁ, D.; KOSATA, J.; TITERA, D.; KULT, K. *Analysys of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality*. Food Chem., Amsterdam, v.101, p. 973-979, 2007.
- TANG, Y. Y., LIU, J., YANG, L. H. e Ma, H. *Wavelet theory and its Application to pattern recognition*. World Scientific Publishing Company, 2000. p. 300.
- DUDA, R. O.; HART, P. E.; STORK, D. G. *Pattern classification*. 2ed. Ed. [S.1.]: Wiley, New York, 2001;
- LIANDA, R. L. P.; CASTRO, R. N. *Isolamento e identificação da morina em mel brasileiro de Apis mellifera*. Quím. Nova. 2008, vol.31, n.6, pp. 1472-1475 .
- COSTA, R. S. *Inspecção Automática de Laranjas Destinadas à Produção de Suco, Utilizando Técnicas de Processamento Digital de Imagens*. 2006. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia Mecatrônica) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará. Fortaleza, Ceará.
- WOUWER, G. V. *Wavelets for Multiscale Texture Analysis*. Tese (Doutorado) - Departamento de Física, Universidade of Antwerpia, Bélgica, 1998.
- REBBAPRAGADA, S. *Intelligent Computational Methods for Corrosion Damage*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Purdue, dez 2000.
- OPPENHEIM, A. V. *Signals and Systems*. 2nd. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- MALLAT, S. G. *A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Inteligence, v. 11, n. 7, p. 674-693, jul 1989.
- LIVENS, S.; SCHEUNDERS, P.; WOUWER G. V.; VAN DYCK D.; SMETS H.; WINKELMANS J.; BOGAERTS W. *A texture analysis approach to corrosion image classification*. Microscopy, Microanalysis, Microstructures, v. 8, n. 2, p. 57-72, 1996.
- DAUBECHIES, I. *Orthonormal bases of compactly supported wavelets*. Comm. Pure Appl. Math., v. 41, n. 7, p. 909-996, mar 1988.

LIU, Y., WU, S. e ZHOU, X. *Texture segmentation based on features in wavelet domain for image retrieval*. In Visual Communications and Image Processing (2003), pp. 2026-2034.

GROSSMANN, A.; MORLET, J. *Decomposition of hardy functions into square integrable wavelets of constant shape*. SIAM Journal on Mathematical Analysis 15, 4 (1984), 723-736.

COIFMAN, R. R. *Wavelet analysis and signal processing*. Springer-Verlag, 1990. 59-68.

SOUSA, D. C. *Apicultura: Manual do agente de desenvolvimento rural*. Ed. 2, Brasília: Sebrae, 2007, 186p.