

Processamento Digital De Imagens Para Uma Análise Quantitativa De Sementes De Feijão

Luana de L. Lopes¹ (PG)*, Francisco R. de Melo¹ (PQ)

luanalopes100@yahoo.com.br

¹Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas

Resumo: Diversas áreas têm utilizado sistemas de processamento de imagens como alternativa aos métodos convencionais, entre elas está a análise de quantidade de sementes. Diante disto este trabalho teve como objetivo fazer a detecção de forma automática das sementes de feijão presentes em uma imagem fotográfica digital empregando métodos para análise de imagens como: a suavização em tons de cinza, filtragem gaussiana, filtragem com a convolução circular, morfologia de abertura, histograma adaptativo, transformada de Hough circular e backmapping. Dessa forma, a análise de técnicas de processamento se torna necessária para se usufruir a melhor maneira dos dados disponibilizados. Essa detecção foi baseada na contagem do número de círculos que correspondiam a menor circunferência da semente. Foi verificada a existência de círculos concêntricos e secantes o que interfere na eficácia da detecção automática. Sendo resolvido com a extração das sementes com estas características para permitir a detecção automática. O resultado obtido mostra que foram identificados 70,77% de círculos ideais que fizeram a contagem das sementes presentes na imagem.

Palavras-chave: filtro. Hough circular. *Phaseolus vulgaris* L.

Introdução

O Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é tradicionalmente muito consumido pelos brasileiros, representa uma das principais explorações agrícolas do país, desempenhando papel fundamental também na demanda por mão de obra no cultivo e beneficiamento. Os grãos representam importante fonte proteica na dieta humana dos países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais (DINIZ, 2006).

De acordo com Damião Filho e Môro (2001), a produção agrícola nunca é superior à capacidade da semente utilizada, ou seja, nenhum trato cultural pode melhorar a produção, além dos limites genéticos impostos pelo embrião da semente, assim sendo, é essencial para o aumento da produtividade de grãos na cultura do

feijão que a melhoria do nível tecnológico esteja associada ao emprego de sementes de alta qualidade.

A semente é a parte reprodutora dos vegetais superiores, em geral esta compreendida por: tegumento, cotilédones, região da plúmula e radícula (BRASIL, 2009). São o meio utilizado pelas plantas para a sua evolução e são indispensáveis como fonte de alimento e material para novas culturas. A produção de sementes de alta qualidade, tratamentos, armazenagem, entre outros, são temas amplamente pesquisados, dada sua importância. Na agricultura o benefício relacionado ao uso de sementes de alta qualidade incluem: aumento de produção e produtividade; uso mais eficiente de fertilizantes, irrigação e pesticidas; reposição periódica de cultivares por outras de qualidade superior mais rápidas; redução dos problemas com plantas daninhas, doenças e pragas. A qualidade da semente esta relacionada aos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (PESKE, 2006; ACTON, 2012).

Atualmente, esses tipos de informações acerca da qualidade das sementes de acordo com o período de maturação dos frutos no momento da colheita são praticamente inexistentes. Nesse sentido, introduz-se o uso do processamento de imagens digitais baseado em imagens fotográficas digitais para apoiar a tomada de decisão sobre quando a colheita deve ocorrer visando a uma maior produtividade das sementes. O custo da análise baseada em imagens fotográficas é muito menor quando comparado com a análise por DNA e com a análise de dados de sementes provenientes de um espectrofotômetro (LUCENA, 2009).

Material e Métodos

A imagem de sementes de feijão utilizada neste trabalho foi retirada de um site de notícias publicada em 2015 (FIGURA 1). Com resolução de 600 x 300 pixels. A imagem está no formato Joint Photographic Experts Group (JPEG).

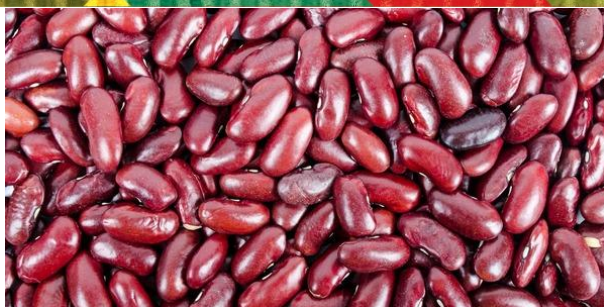


Fig. 1. Imagem de entrada.

As etapas empregadas para a detecção de sementes (análise de imagem) são as seguintes: suavização em tons de cinza, filtragem gaussiana, filtragem com a convolução circular, morfologia/abertura, histograma adaptativo, transformada de Hough circular e backmapping.

Na etapa de suavização, a imagem de entrada (Figura 1) é convertida em tons de cinza. A conversão de imagens coloridas para tons de cinza é realizada eliminando as informações de matiz e saturação enquanto mantém a luminosidade. O número L de níveis de cinza da imagem é 256 níveis. Isto significa que cada pixel pode ter um valor de cinza entre 0 a 255. A partir desta fase, todas as funções implementadas foram em tons de cinza.

A filtragem gaussiana é feita usando uma máscara (3 x 3) para a remoção de detalhes e ruídos. A filtragem com a convolução circular é aplicada para evitar o aliasing. No processamento morfológico, é aplicada a abertura com elemento estruturante em disco de 5 pixels na tentativa de separar as sementes.

Para redistribuir os tons de cinza da imagem é aplicado um histograma adaptativo com o objetivo de melhorar o contraste.

A transformada de Hough circular é usada na fase de segmentação para a localização de cada semente. A transformada de Hough circular produz falsos picos para solucionar este problema é aplicado o backmapping para a redução destas anomalias.

Resultados e Discussão

A imagem de entrada (Figura 1) foi lida e em seguida foi feita a suavização em tons de cinza Figura 2. A função de suavização retorna uma matriz onde cada posição da matriz representa um *pixel* e seu valor representa um tom de cinza do referido *pixel*.



Fig. 2. Suavização em níveis de cinza.

A solução dos problemas para a detecção de borda e a segmentação das sementes na imagem foi feito pelo realce empregando a filtragem espacial gaussiana com uma máscara (3 x 3) e a convolução com uma máscara circular com objetivo de suavizar o ruído excessivo presente na imagem (Figura 3).



Fig. 3. Filtro Gaussiano e convolução circular.

Na próxima etapa foi feito o processamento morfológico da imagem morfologia de abertura com elemento estruturante em disco de (5 x 5) que ofereceu melhor resultado para o isolamento das sementes. O resultado pode ser visto na Figura 4. A morfologia de abertura apresenta um baixo contraste. O problema de baixo contraste é resolvido com a aplicação do histograma adaptativo (Figura 5) que otimiza o contraste da imagem. O histograma adaptativo usado consiste em realçar o contraste da imagem operando em regiões pequenas de (8 x 8) *pixels* para evitar amplificação de ruído.



Fig. 4. Morfologia de abertura.

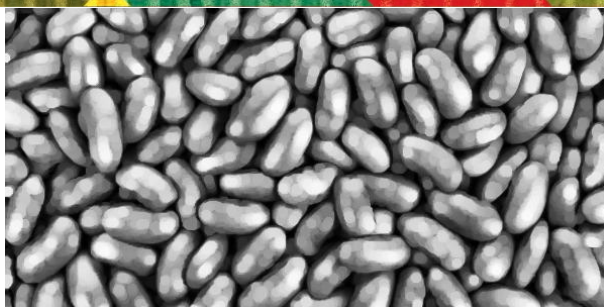


Fig. 5. Histograma adaptativo.

Para a solução do problema da segmentação das sementes aplicou-se a transformada de Hough circular. Para converter cada *pixel* da borda da imagem em uma circunferência na matriz de acumulação de votos. Esse processo de conversão dos *pixels* da borda para a matriz de acumulação de votos é mostrada na Figura 6.

A Figura 6 mostra a matriz de acumulação de votos numa perspectiva tridimensional após a realização da transformada de Hough circular configurada para detectar círculos com raios de 25 *pixels*. A matriz de acumulação de votos é uma matriz com dimensão $(largura + (2 * raio)) \times (altura + (2 * raio))$ cujas posições são incrementadas de acordo com o traçado da circunferência.

Os picos observados na Figura 6 representam o número de intersecções que ocorrem nas posições da matriz. O maior pico indica o centro da circunferência na imagem. A matriz de acumulação de votos também pode ser referida como o arranjo acumulador da transformada de Hough circular.

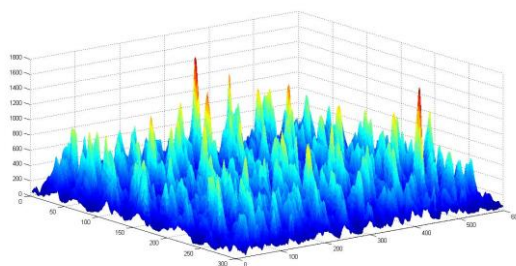


Fig. 6. Matriz de acumulação de votos (600 x 300).

A abordagem empregada nesse trabalho foi a geração de uma matriz de acumulação de votos tridimensional no qual é adicionada uma dimensão a matriz de acumulação de votos bidimensional, Figura 7 (largura x altura) que se refere aos possíveis raios de curvatura (PEREIRA, 1995; MARTINEZ, 2002; ATIQUZZAMAN, 1999).

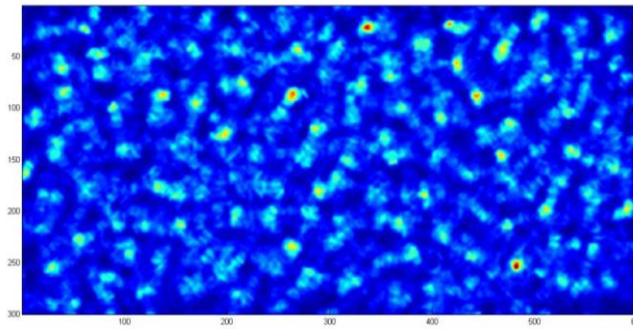


Fig. 7. Representação bidimensional da matriz de acumulação de votos.

O resultado obtido com a transformada de Hough circular é produzido com a implementação Algoritmo de *backmapping* para reduzir os falsos picos, que geralmente são encontrados na transformada de Hough circular. O Algoritmo de Hough circular depende dos parâmetros imagem de entrada histograma adaptativo e raios gerando o acumulador de votos. O Algoritmo de *backmapping* depende dos parâmetros acumulador de votos gerados pela transformada de Hough circular e valor máximo.

Como saída é criado o acumulador de votos com centros (x_c, y_c) e com os valores de centros e raios r são produzidas as circunferências e seus centros conforme Figura 8.

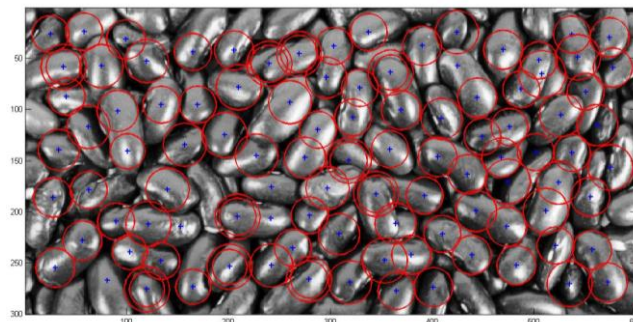


Fig. 8. Imagem com círculos localizados.

O resultado obtido com a detecção automática é mostrada na Tabela I. Sementes com círculos concêntricos são 10, com círculos secantes 9. Assim, são excluídas 19 sementes da imagem.

O procedimento para a retirada das sementes da imagem é baseado na distância entre dois pontos dado por:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

Onde:

d – Distância entre dois pontos.

x_2 – Segundo ponto no eixo das abscissas.

x_1 – Primeiro ponto no eixo das abscissas.

Y_2 – Segundo ponto no eixo das ordenadas.

y_1 – Primeiro ponto no eixo das ordenadas.

A distância encontrada é comparada com a distância dos raios de cada círculo armazenado na Matriz. Dessa maneira as sementes com raios concêntricos e secantes são excluídos da imagem.

Tabela I : Precisão do Experimento

Descrição	Deteção Automática	Porcentagem em
Amostras não localizadas	19	14.62%
Amostras localizadas	111	85.38%
Círculos Concêntricos	10	7.69%
Círculos Secantes	9	6.92%
Círculos Ideais	92	70.77%

Na contagem manual encontra-se 130 sementes na imagem (Figura 9).



Fig. 9. Detecção manual de sementes.

Considerações Finais

Foram introduzidos conceitos clássicos de processamento de imagens tais como: suavização em tons de cinza, suavização gaussiana e transformadas de Hough, visando a detecção das sementes de feijão em imagens digitais fotográficas.

Uma dificuldade foi devido a má distribuição das sementes no momento em que as fotografia foi feita. Foi verificada a existência de círculos concêntricos e secantes o que interfere na eficácia da detecção automática. Sendo resolvido com a extração das sementes com estas características para permitir a detecção automática.

O resultado obtido com a detecção automática mostra que foi identificada 70,77% das sementes presentes na imagem.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de formação de Mestrado da primeira autora.

Referências

ACTON, Q. A. (2012) **Issues in Life Sciences: Botany and Plant Biology Research**. Atlanta: ScholarlyEditions. 2012.

ATIQUEZZAMAN, M. Coarse-to-Fine Search Technique to Detect Circles in Images. **The International of Advanced Manufacturing Techonolgy**, London, v.15, p.96–102, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial. **Glossário Ilustrado de Morfologia**. 1 ed. Brasília, DF, p. 340. 2009.

DAMIÃO FILHO, C. F; MÔRO, F. V. **Morfologia externa das espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101 p.

INIZ, B. L. M. T. **Cultura do feijão comum**. Universidade Federal do Ceará. 2006.

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvDsAF/cultura-feijao>>.

Acedido em 12 junho de 2016.

LUCENA, A. M. A. de. **Qualidade das sementes de mamona, momento adequado para colheita de cachos e sua influência no valor da produção**. 2009. 148p. Tese (Doutorado em Processos Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2009.

MARTINEZ, A. C. **Um novo método para medidas de gotas de chuva com técnicas do processamento digital de imagens**. 2002. 186p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade São Paulo, São Carlos, SP. 2002.

PEREIRA, A. S. **Processamento de imagens médicas utilizando a Transformada de Hough**. 1995. 263p. Tese (Doutorado em Física Computacional). Programa de Pós-Graduação em Física Computacional, Universidade de São Paulo, SP. 1995.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006.