

Uso de Imagens Digitais na Classificação de Flores de Corte⁽¹⁾

GLÁUCIA MORAES DIAS⁽²⁾, ANTONIO CARLOS LOUREIRO LINO⁽²⁾, JULIANA SANCHES⁽²⁾,
FREDERICO AUGUSTO BERGAMINI LIMA⁽²⁾, THAISA SAMPAIO NASCIMENTO⁽²⁾

RESUMO

O uso de técnicas de imagem em processo de produção agrícola está se tornando uma ferramenta muito promissora em apoio ao desenvolvimento da padronização, levando em consideração a forma e o tamanho do produto. A análise dos elementos individuais no processo de classificação ou reconhecimento inicial da espécie atende aos requisitos de tempo e precisão. O Brasil apresenta um enorme potencial para desenvolver a produção de flores e plantas ornamentais para os mercados interno e externo. Atualmente, a produção de flores proporciona uma renda próxima a EUA \$ 1,3 bilhões / ano, reunindo mais de 500 produtores concentrados em uma área de 8500 hectares, tendo gerado uma receita de U \$ 35 milhões no ano de 2007. As flores do Brasil e a estratégia de exportação de plantas ornamentais têm o objetivo de orientar e dirigir as potencialidades específicas de produção de flores para aproveitar as oportunidades comerciais oferecidas pelo mercado internacional, enfatizando a tecnologia pós-colheita. É possível expressar um produto de qualidade por meio de imagens digitais. Programas de computador geram satisfatoriamente as análises necessárias para os padrões desejados, produzindo um processo rápido e eficiente. Espera-se que no futuro o mercado brasileiro venha a adotar a classificação automática, reduzindo custos, melhorando a eficiência e a qualidade do produto oferecido ao consumidor.

Palavras-chave: *Gerbera jamesonii*, padrão de flores, mercado.

ABSTRACT

The Use of Digital Images in the Classification of Cutting Flowers

The application of imaging techniques in agricultural process is becoming a very promising tool in supporting pattern development as well as shape and size survey. The analysis of individual elements in the classification process or at the initial specie recognition meets timing and precision requirements. Brazil exhibits an outstanding potential to develop flower and ornamental plants production for the domestic as well as for the international markets. Nowadays flower production provides an income close to US\$ 1.3 billions/year, gathering more than 500 producers concentrated in an area of 8500 hectares, generating an income of US\$ 35 millions in the year of 2007. The Brazilian flowers and ornamental plants exportation strategy has the objective of orienting and directing the specific potentiality of flower production to take the commercial opportunities offered by the international market, emphasizing post harvest technology. It is possible to express a product quality by means of digital imaging. Generated computer programs satisfied the analysis needs for the desired patterns and the, producing an efficient and fast procedure. It is expected the Brazilian market, in the future, to adopt automatic classification, reducing costs, improving the efficiency and improving quality of the product offered to the consumer.

Keywords: *Gerbera jamesonii*, flower standard, market.

O Brasil possui perspectivas para ser um grande produtor e exportador de flores e plantas ornamentais. Atualmente, esta atividade tem se mostrado importante no setor da economia nacional, movimentando cerca de US\$ 1.3 bilhões/ano, agregando mais de 500 produtores numa área cultivada de 8500 hectares, sendo que as exportações ultrapassaram a cifra de U\$ 35 milhões em vendas no ano de 2007 (JUNQUEIRA e PEETZ, 2008). Segundo Bongers (2002), o plano estratégico de exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil tem como objetivo orientar e dirigir as potencialidades específicas da nossa floricultura para a plena ocupação das oportunidades comerciais do mercado internacional. E entre as recomendações especiais para os exportadores brasileiros, estão as tecnologias pós-colheita.

A classificação de flores visa à criação de um padrão de qualidade. No Brasil, essa classificação é feita conforme as normas Ibraflor, de forma manual, em barracões de classificação. Essa prática envolve gasto de tempo, danos mecânicos às flores, contaminações microbianas e, sobretudo, subjetividade de classificação. A criação de parâmetros visuais fixos através da análise de imagens digitalizadas poderia ser uma maneira de minimizar a subjetividade, os danos ao produto e o tempo de classificação, garantindo lotes mais uniformes e entregues

ao seu destino em menor tempo.

O uso de imagens na agricultura tem se tornado uma ferramenta promissora no desenvolvimento de padrões e mecanismos de reconhecimento de formas e medidas em diversos campos. Além de permitir mapeamentos de vegetação, solo e topografia, o uso de imagens possibilita, também, a análise individual de produtos durante as fases de classificação, distribuição ou até reconhecimento inicial da espécie. Nos trabalhos de SAITOH e KANEKO (2000), buscou-se o reconhecimento de flores silvestres através de um sistema digital de classificação. O método consiste em fotografar as plantas de frente e lateralmente com câmera digital em fundos pretos e transferir as imagens para o computador. A técnica de reconhecimento se baseia na geração do perímetro da flor, captação do seu ponto central e cálculo das distâncias de raios entre o centro e o perímetro. A partir disto, é traçada uma curva em que o eixo x é derivado do acúmulo de perímetro, e o eixo y como a distância do centro. Conforme o número de picos do gráfico, é possível obter o número de pétalas da flor e as relações matemáticas entre a altura e a largura, identificando seu formato. As cores são transformadas do sistema RGB para o HSI e analisadas conforme o ângulo Hue, a saturação e a intensidade. Para as folhas, os parâmetros comparativos são: proporção

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 06/12/2010 e aceito para publicação em 19/04/2011.

⁽²⁾ Centro de Engenharia e Automação, Instituto Agrônomo, Jundiaí, SP, Brasil. E-mail: glaucia@iac.sp.gov.br

das médias dos pontos mais internos e mais externos do limbo foliar, abertura dos ângulos do ápice e da base da folha, a cor, a circularidade, entre outros. Para casos de difícil reconhecimento, o programa é ainda capaz de fornecer uma lista com os nomes e imagens mais prováveis para aquele exemplar. Em estudos de flores do campo, SAITOH et al. (2004) obtiveram imagens do próprio campo apenas desfocando o fundo das fotos. Nesses casos, o reconhecimento das imagens florais era feito pela análise de pontos de cores. A forma da flor era isolada conforme a diferença de coloração entre suas pétalas e o fundo. ZION e LEV (1996) testaram um método de classificação floral que correlacionava massa e aparência visual. SIMONTON e PEASE (1990) desenvolveram uma técnica de análise visual computadorizada de imagens de gerânio capaz de identificar, cortar e separar os ramos.

A fim de proteger as diversas variedades vegetais, um grupo de países criou a União Internacional para a Proteção de Novas Variedades de Plantas para a Proteção de Novas Espécies Vegetais (UPOV), em dezembro de 1961. O órgão tem por função padronizar critérios de classificação de espécies já existentes ou de novas variedades. Um exemplo disto são os 46 critérios utilizados na classificação de rosas (MIAO et al., 2006). Estes autores tentaram reconhecer rosas pelas análises de imagens digitais e fotolorimetria, pela técnica do Novo Descritor Fourier, mas encontraram dificuldades em tornar o contorno das imagens totalmente puras.

NILSBACK e ZISSERMAN (2006) criaram um vocabulário visual para a classificação de flores através da representação e análise de vários aspectos tais como cores, formato e textura. A partir daí, cada vocabulário empregado e sua combinação geravam uma classificação final que permitia distinguir categorias diferentes mesmo entre flores muito semelhantes. Para tais estudos, as flores da mesma categoria não precisavam estar catalogadas na mesma posição, ou com o mesmo tamanho ou cor. Os resultados dos estudos mostraram que, apesar de o método ter se mostrado eficiente, a enorme variedade de posições das flores e a falta de algumas partes das flores nas imagens constituíram empecilhos para uma classificação correta.

Uma maneira de aprimorar a qualidade da classificação de flores e reduzir os custos é investir no processo de classificação das plantas antes do plantio das mudas. Estacas de gerânios foram classificadas conforme o tamanho (pequena, média e grande) a partir de imagens digitais. A locação adequada dos diferentes tamanhos de plantas na estufa permitiu melhor aproveitamento do espaço e uma redução da fotocompetição entre as plantas (SINGH e MONTEMERLO, 1997).

Muitos são os programas que permitem a manipulação de imagens digitais e a criação de rotinas de análise para a classificação de diversos produtos, tendo sido encontradas referências de dois destes programas: o CAVIAR e o ImageJ. O programa de reconhecimento visual interativo, denominado CAVIAR (Computer Assisted Visual InterActive Recognition), trabalha por meio de parâmetros geométricos para reconhecimento de padrões florais e promete uma acurácia superior àquela conseguida somente por máquinas. O trabalho conjunto humano-computador reduz em menos da metade o tempo de operação se ela tivesse sido realizada apenas por humanos, elevando a acurácia dos resultados para 93% (ZOU e GEORDE, 2004).

O ImageJ é um processador de imagens, de domínio público, baseado na linguagem Java, que exhibe, edita, processa e permite analisar imagens de 8-bit, 16-bit e 32-bit. Além de

conseguir calcular os valores de áreas e do pixel selecionado pelo usuário, é capaz também de medir distâncias e ângulos, criar gráficos estatísticos, realizar transações geométricas tais como escala, rotação, translações, calibrar escalas para definir dimensões das medidas reais, calibrar escalas em tons de cinza, realizar cálculos de “threshold” para definir segmentos dos objetos e analisar partículas predeterminadas. Projetado com uma arquitetura aberta, possibilita a inclusão de novos “plugins”, agregando maior flexibilidade ao programa e permitindo programar diversas funções de processamento, tais como operações aritméticas e lógicas entre imagens, manipulação de contraste, análise de Fourier, reconhecimento de margem e filtros medianos (JUNIOR e PEDRINI, 2005).

Dentro deste contexto, aliado aos escassos trabalhos sobre padronização de flores no Brasil, foi desenvolvido pela equipe de pós-colheita do Centro de Engenharia e Automação do IAC um projeto piloto para classificação de flores de corte através de imagens digitais, utilizando hastes de gérberas como modelo vegetal.

As normas de classificação para flores de gérbera levam em consideração os aspectos sanitários, as flores, as hastes, a apresentação e o tratamento pós-colheita. A partir destes critérios, são definidas três classes (IBRAFLOR, 2000): Extra (A1): hastes e flores isentas de pragas, doenças e sintomas de *Botrytis*. Flores com abertura uniforme na caixa ou no maço e com dois anéis de flores masculinas abertos no centro da inflorescência, coloração intensa e aspecto sadio. Produtos frescos e com ótima apresentação. Hastes firmes, retas, todas as caixas com o mesmo tamanho, e tamanho mínimo de 40 cm. Obrigatório tratamento de pós-colheita. Classe I (A2): hastes e/ou flores com sintomas leves de pragas e doenças, mas de maneira que não comprometam a durabilidade e o aspecto do produto. Flores com leve desuniformidade na abertura das flores e com máximo de 3 anéis de flores masculinas abertas na inflorescência, coloração e aspecto sadio. Produtos frescos e com boa apresentação. Hastes firmes, retas com o mesmo tamanho e tamanho mínimo de 30 cm. Obrigatório tratamento de pós-colheita. Classe II (B): hastes e/ou flores, com sintomas de pragas e doenças, mas que permitam a comercialização dos produtos. Flores com abertura desuniformes, deformadas, com presença de manchas que não impeçam a comercialização, e com mais de 3 anéis de flores masculinas abertos. Produtos estocados e com apresentação regular. Presença de hastes tortas, quebradas com desuniformidade de tamanho, mas de apresentação regular, de maneira a não impedir a comercialização. Não são realizados tratamentos de pós-colheita.

A partir das imagens digitais, foram analisados três parâmetros de qualidade: uniformidade na abertura floral, retilinearidade das hastes e grau de inclinação do pedúnculo (Figura 1).

Para cada parâmetro foram desenvolvidas rotinas de análise automatizadas que permitiram a classificação das flores em três classes de qualidade: Extra (A1), Classe I (A2) e Classe II (B). A Classe A1 é representada pelas flores que apresentaram os melhores resultados nas análises, como hastes retilíneas, inflorescência uniforme e insignificância de tombamento do pescoço (IBRAFLOR, 2000).

Inflorescências devem possuir formato e disposição uniformes das brácteas ao redor do eixo central e circularidade do conjunto. Desenvolveu-se uma rotina computacional que a partir da imagem da flor (Figura 2A) criou uma imagem binária (Figura 2B), na qual preto corresponde à flor e branco

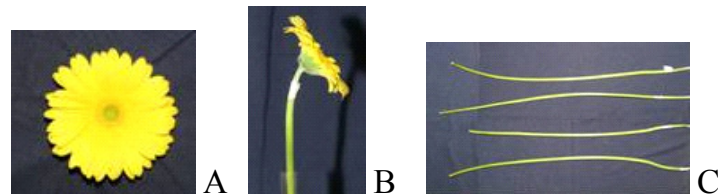


Figura 1. Fotografia da inflorescência (A), da vista lateral da flor (B) e da hastes (C).
Figure 1. Photograph of the inflorescence (A), side view flower (B) and stems (C).

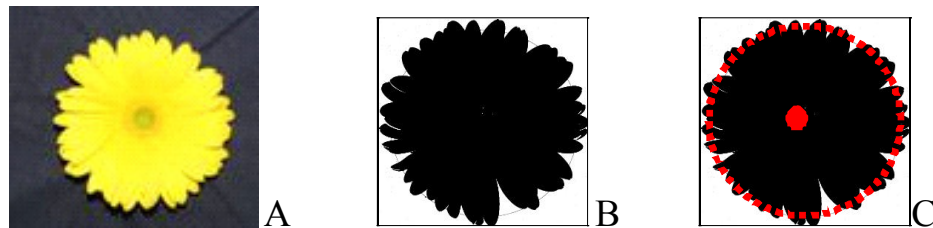


Figura 2. Flor de gérbera (A) e sua imagem binária (B), pontuação do eixo central e demarcação do perímetro de análise dos 180 pontos em vermelho (C).
Figure 2. Gerbera flower (A) and its binary image (B) score the central axis and demarcation of boundaries of analysis of 180 points in red (C).

ao fundo. E nesta imagem foi gerada, a partir do eixo central, uma circunferência próxima à extremidade das pétalas e, sobre ela, distantes 2° entre si, foram definidos 180 pontos. Estes pontos recebem valor “zero” quando coincidem com o fundo (branco) e “um” quando coincidem com a flor (preto). O número de pontos com valor igual a “zero” irá determinar as irregularidades da flor.

Desta maneira, flores que possuem menos que 20 pontos com valor “zero” foram classificadas como Extra A1. Para os intervalos entre 20 e 40 pontos, Classe I (A2), e flores com mais de 40 pontos, Classe II (B).

O grau de inclinação do pedúnculo pode representar o estágio de senescência da flor, estresse hídrico ou problemas de má formação. Observou-se que em flores mais velhas houve afinamento da porção de junção do cálice com a haste e tombamento do conjunto, provocado principalmente pelo consumo de reservas e pela perda de turgor. O ângulo escolhido para caracterizar esse parâmetro foi formado entre uma linha traçada na base do cálice na sua junção com a haste e a horizontal (Figura 3). Os ângulos são traçados de forma manual, pois não foi possível criar uma rotina de análise completamente automatizada. As flores são então classificadas como

Extra (A1), para ângulos menores que 40° ; Classe I (A2), para ângulos entre 40° e 75° ; e Classe II (B), para ângulos maiores que 75° .

As hastes das flores de corte devem ser eretas e ter comprimento dentro dos padrões. Neste caso, as hastes são fotografadas em grupos de quatro e analisadas individualmente. A rotina automatizada identifica cada haste, gera um retângulo ao redor da haste, identifica as extremidades da haste e traça-se uma linha auxiliar ligando-as, depois se calcula a área formada pela haste e a linha auxiliar. A retilinearidade da haste é obtida pela razão entre área calculada e o comprimento da linha auxiliar.

A necessidade de se efetuar uma divisão entre a área obtida e a linha auxiliar deve-se ao fato de as hastes muito longas, embora com reduzido grau de curvatura, serem geradas com altos valores de área, assim como as hastes curtas e tortas. Desta maneira, a razão entre área e comprimento torna o fator de análise mais preciso.

As hastes mais retilíneas classificadas como Extra A1 possuíam retilinearidade menor que cinco; as da Classe I (A2), entre cinco e nove; e as da Classe II (B), valores superiores a nove.

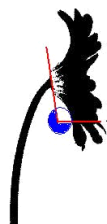


Figura 3. Demarcação do ângulo para medida do grau de tombamento do pescoço.
Figure 3. Demarcation of the angle to measure the degree of tipping of the neck.

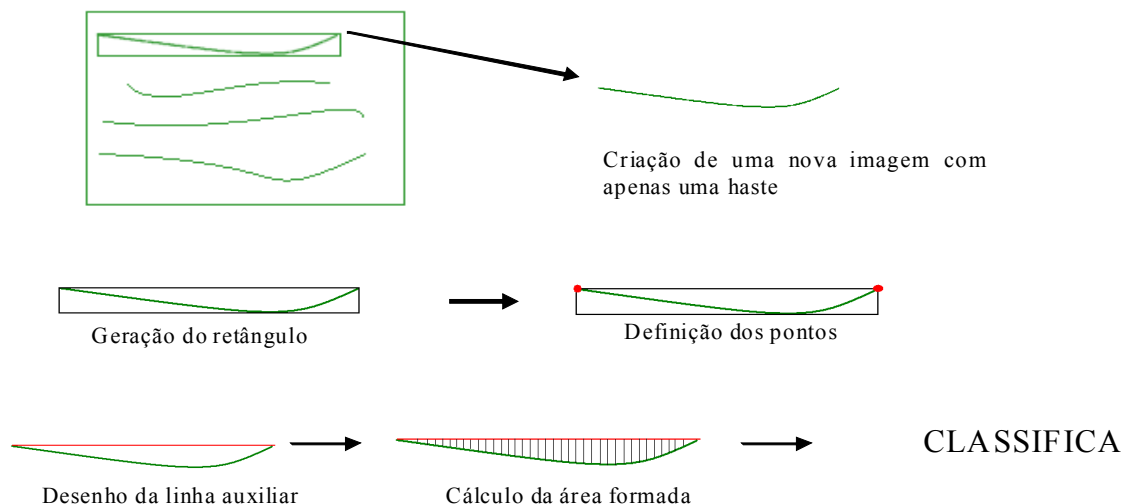


Figura 4. Esquema de análise da retilinearidade das hastes.
Figure 4. Schema analysis of straightness of the stems.

CONCLUSÕES

É possível definir a qualidade de um produto por meio de imagens digitalizadas. A programação criada atendeu às necessidades de análise para os padrões desejados, e a análise computadorizada se mostrou suficientemente rápida e eficaz. No futuro, espera-se que as flores no Brasil sejam classificadas de maneira totalmente automatizadas, reduzindo assim os custos, o tempo, os danos mecânicos aos materiais, elevando a eficiência do processo e a qualidade do produto oferecido ao consumidor.

REFERÊNCIAS

- BONGERS, F.J.G. A distribuição de flores e plantas ornamentais e o sistema eletrônico integrado de comercialização. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** v.8, n.1 p. 49-56, 2002.
- IBRAFLOR - Instituto Brasileiro de Floricultura.** Padrão Ibraflor de Qualidade. 2000. 87p.
- JUNIOR, TC., PEDRINI, JE.. Utilização do software imageJ para cálculo de área. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5., Londrina, 2005. **Anais...** CDrom.
- JUNQUEIRA, AH., PEETZ, MS.. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** v.14, n.1, p. 37-52, 2008
- MIAO, Z., GANDELIN, MH., YUAN, B.. A new image shape analysis approach and its application to flower shape analysis. **Image and Vision Computing**. v.24, p.1115-112, 2006.
- NILSBACK, ME., ZISSERMAN, A.. A visual vocabulary for flower classification. **Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**. v. 2, p.1447-1454, 2006
- SAITOH, T., AOKI, K., KANEKO, T. Automatic recognition of blooming flowers. In: International Conference on Pattern Recognition, 17., 2004. **Proceedings...** v. 1, p. 27-30, 2004.
- SAITOH, T., KANEKO, T.. Automatic Recognition of Wild Flowers. In: International Conference on Pattern Recognition, 15., 2000. **Proceedings...** v. 2, p.507-510, 2000.
- SIMONTON, W., PEASE, J. Automatic plant features identification on geranium cuttings using machine vision. **Transactions of the ASAE**, v. 33, p.2067 – 2073, 1990.
- SINGH, S., MONTEMERLO, M.. Recent results in the grading of vegetative cuttings using computer vision. In: International Conference on Intelligent Robots and Systems. 1997. **Proceedings...** v. 1, p.1845-1850, 1997.
- ZION, B., LEV, M.. Weighing flowers as an alternative method for sorting by visual. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 65 n.5, p.325- 334, 1996
- ZOU, J., GEORDE, N. Evaluation of model-based interactive flower recognition. In: International Conference on Pattern Recognition, 17., 2004. **Proceedings...** v. 2, p.311-314, 2004.