

CARACTERIZAÇÃO DA ESCALA DE MATURAÇÃO DE BANANAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS

Allan Delfino, allan@delfintec.com¹
Fabiana Rodrigues Leta, fabiana@ic.uff.br¹
Juliana Freitas Santos Gomes, jfgomes@inmetro.gov.br^{1,2}
Pedro Bastos Costa, pbcosta@inmetro.gov.br^{1,2}

¹Universidade Federal Fluminense / Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica; Departamento de Engenharia Mecânica;

²Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO

Resumo: Como forma de garantir a qualidade na produção de frutas e uniformizar este tipo de produção para a exportação, foram criadas normas e regulamentos para a classificação de frutas. O objetivo desta classificação é a separação dos frutos em lotes uniformes, com as mesmas características de cor, maturação, textura e sabor. Este tipo de classificação, mesmo depois da automação de diversos setores industriais, ainda é uma tarefa, na maioria dos casos, realizada por seres humanos. No entanto, diversos estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de realizar a classificação e seleção de frutas de forma automatizada a partir de sistemas de visão computacional. O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um sistema automático para a caracterização do estado de maturação de frutas, considerando a iluminação e técnicas de visão computacional. Os resultados permitem propor um processo possível de ser implementado por pequenos e médios produtores.

Palavras-chave: Inspeção automatizada; Processamento e análise de imagens; Maturação de frutas; Visão computacional

1. INTRODUÇÃO

As mudanças no cenário econômico mundial têm provocado alterações significativas em negociações comerciais e nas relações econômicas entre diversos países. Uma das principais mudanças causadas por esse novo cenário foi a redução de barreiras tarifárias através de acordos econômicos e políticas comerciais (Moutinho, 2000), tendo como consequência uma maior dinâmica das empresas em seus processos de produção e venda para uma concorrência global, fortalecendo o comércio entre os países.

O Brasil, acompanhando as tendências desse contexto de comercialização, vem ao longo do tempo aprimorando processos e garantindo a qualidade de diversos produtos de forma a atender as exigências internacionais e se posicionar de forma consistente no mercado global. É um dos setores de maior sucesso internacionalmente é o setor de horticultura que em sete anos (de 2000 a 2006) teve a balança comercial do comércio de frutas saltando significativamente, saindo dos cerca de US\$ 50 milhões em 2000 para quase US\$ 300 milhões em 2006. (Fonte: Abanorte). Até o ano de 2007 o Brasil ocupava o 3º lugar no mundo na produção de frutas, exportando neste mesmo ano mais de 920 mil toneladas (Tezuka, 2008). As principais frutas responsáveis por esse crescimento, em ordem alfabética, foram: banana, citros (laranja, lima/limão e tangerina), maçã, mamão, manga, melão e uva. Desta forma tem-se observado um notável esforço na implantação de sistemas de qualidade, tanto do setor privado, como no governmental na cadeia de produção de frutas, destacando-se o Programa “Produção Integrada de Frutas do Brasil” (PIF/Brasil) do Governo Federal.

Como forma de garantir a qualidade na produção de frutas e uniformizar este tipo de produção para a exportação, foram criadas normas e regulamentos no Brasil para a classificação de frutas, de forma a atender as exigências internacionais, principalmente a européia. O principal objetivo desta classificação é a separação dos frutos em lotes uniformes, com as mesmas características de cor, maturação, textura e sabor.

Este tipo de classificação, mesmo depois da automação de diversos setores industriais, ainda é uma tarefa, na maioria dos casos, realizada manualmente, principalmente para os pequenos e médios produtores. No entanto, diversos estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de realizar a classificação e seleção de frutas de forma automatizada a partir de sistemas de visão computacional.

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um sistema automático para a classificação de bananas utilizando técnicas de visão computacional.

1.1. Classificação de Bananas

Atualmente existem inúmeros estudos sobre a utilização da visão computacional como solução para a classificação automática de frutas, no entanto muitos desses estudos estão voltados para a classificação de laranjas e maçãs (Xiao-bo, 2010) (Gomez-Sanchis, 2008) (Unay, 2006) (Simões, 2003) (Li, 2002) (Kondo, 2000). Por ser o sistema de classificação uma etapa importante do processamento na produção da fruta, diversos outros autores têm dedicado pesquisas no desenvolvimento de sistemas automatizados para melhoria deste processo (Louro, 2006) (Zheng, 2006). A escolha da banana como foco desta pesquisa faz-se devido à importância desta fruta dentro da produção brasileira, uma vez que o Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, perdendo apenas para a China. No Brasil, a banana vem obtendo destaque dentre as frutas mais exportadas, ficando em primeiro lugar nas exportações de frutas no Brasil nos anos de 2005 e 2006, com aproximadamente 200 mil toneladas de bananas exportadas.

As normas brasileiras para a classificação de frutas foram criadas a partir do programa brasileiro para a modernização da horticultura, onde foram definidos critérios diferentes para a avaliação de diversas frutas. Classificação é a separação do produto em lotes homogêneos, obedecendo a padrões mínimos de qualidade e homogeneidade. A norma referente à classificação de bananas (CEAGESP, 2006) exige que os lotes de banana sejam caracterizados por seu grupo, classe (tamanho), subclasse (estado de maturação), modo de apresentação e categoria (qualidade).

Grupo: Representa a classificação quanto ao genoma da banana, A ou B, que fornece a identificação do tipo (Ex. Prata, Ouro, Maça e etc.).

Classe: Garante a homogeneidade quanto ao tamanho dos frutos.

Subclasse: Separa os frutos de acordo com a sua maturação. Esta classificação é realizada através da coloração de cada fruto.

Apresentação: Se refere à quantidade de frutos (Ex: Dedo, Buquê, Penca).

Dentre os parâmetros a serem avaliados para a classificação de bananas, o parâmetro de maior complexidade é a determinação da subclasse, que avalia o fruto quanto à maturação. Esta avaliação é realizada de acordo com a coloração do fruto, porém, não há uma definição técnica a respeito das diferentes cores a classificar visto que a norma existente (CEAGESP, 2006) especifica apenas a classificação em 7 categorias conforme mostrado na Figura 1. Sendo esta avaliação muito subjetiva e dependente da opinião do observador.



Figura 1. Escala de maturação de Von Loesecke (CEAGESP, 2006).

Atualmente essa classificação é realizada de forma manual por pequenos produtores, enquanto produtores de grande porte já possuem processos automatizados para este tipo de tarefa. Mendonza (2004) desenvolveu um sistema para classificação das fases de amadurecimento da banana baseado na cor a partir da análise dos pontos marrons na fruta, porém o tempo de processamento do algoritmo desenvolvido era muito longo. Tezuca (2008) apresentou também um sistema de classificação utilizando técnicas e processamento de imagens, analisando a cor, a textura, a área e classificação que integravam o modelo de decisão. Porém nenhuma preocupação quanto à padronização das cores para a classificação dos estágios foi desenvolvida. O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema automático para a classificação de bananas utilizando visão computacional de forma a atender a padronização de cor da CEAGESP, 2006.

2. METODOLOGIA

Desenvolveu-se um sistema composto de uma caixa pintada internamente com tinta preta, iluminada com diferentes lâmpadas posicionadas internamente, com o objetivo de capturar imagens em diferentes tempos de maturação da banana para elaboração de um programa de identificação automática destas características.

As bananas utilizadas no experimento foram compradas no comércio o mais próximas da fase 1 (um) na escala de maturação (Figura 1). Foi feito o monitoramento da temperatura com um termômetro instalado dentro da caixa onde foi realizada a captura das imagens. A temperatura média no interior da caixa foi de aproximadamente 24°C.

O sistema de classificação de bananas pode ser organizado, de uma forma básica, em cinco etapas básicas conforme Figura 2.

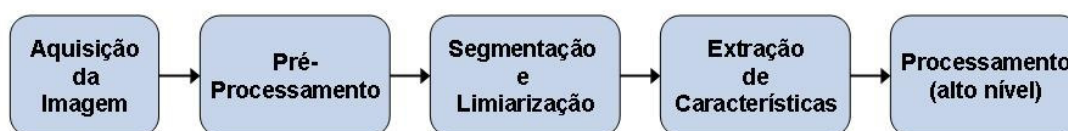


Figura 2 – Etapas típicas de um sistema de visão computacional.

A primeira etapa para a determinação das subclasses foi a aquisição das imagens das diferentes fases de maturação da banana. Como forma de reproduzir as tonalidades apresentadas nas normas, foi definida que a iluminação a ser empregada seria uma lâmpada fluorescente, de forma a tentar reproduzir as mesmas condições utilizadas pela CEAGESP na elaboração da norma. Na aquisição das imagens foi utilizada uma câmera modelo Sony Cybershot 3.2 MPixel. Para todas as fotos não houve ampliação e as imagens utilizadas foram obtidas sem o uso do flash (Figura 3). O programa foi desenvolvido em linguagem C++, utilizando um computador comum, do tipo PC, e a biblioteca OpenCV, da Intel.



Figura 3 – Imagens obtidas das frutas em diferentes fases de maturação.

A etapa de pré-processamento é necessária para a visualização das discontinuidades contidas nas imagens trabalhadas e separação dessas do restante da imagem, destacando o objeto de interesse. Neste trabalho foram utilizadas algumas técnicas de pré-processamento como transformação para escala de cinza, segmentação e filtragem, tanto no domínio RGB (*Red, Green, Blue*) como o HSV (*Hue, Saturation, Value*). O pré-processamento das imagens consistiu na aplicação de técnicas para realce das imagens, visando destacar unicamente a imagem da banana, removendo o fundo e a sombra da imagem inicial, permitindo assim a sua visualização com mais detalhes, resultando em uma imagem mais apropriada para esta aplicação específica do que a imagem original.

Para essa etapa, transformamos a imagem original colorida em várias imagens em tons de cinza, com cada pixel (*picture element*) possuindo valores na faixa de 0 a 255. Essas imagens foram criadas a partir das componentes individuais dos domínios RGB e HSV, obtendo uma imagem para cada cor, ou canal. De posse dessas informações, realizou-se a limiarização (*thresholding*) para separar os objetos do fundo da imagem (*background*).

A partir dessa etapa a segmentação então pode ser realizada, aplicando a matriz de pixel resultante da limiarização como uma máscara na imagem original. Na figura 4 tem-se uma ilustração que facilita o entendimento do processo. Assim, como resultado, observa-se uma imagem colorida contendo somente a fruta a ser analisada. O *background* foi normalizado para a cor preta (RGB = (0,0,0)) para facilitar as demais etapas de processamento.

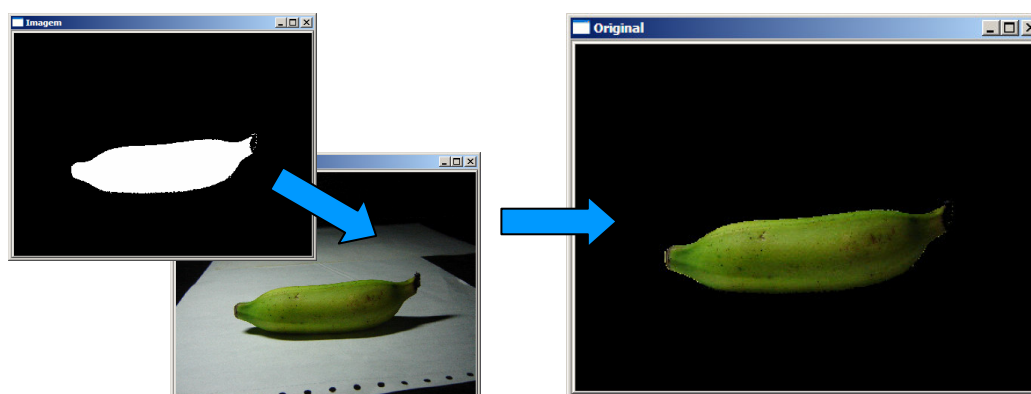


Figura 4 – Processo de segmentação: Aplicação da máscara na imagem original.

Para que seja possível diferenciar, de uma forma otimizada, os vários estágios de amadurecimento da banana, verificando a sua coloração, uma análise nas matrizes que compõem o sistema HSV se mostrou mais eficiente e atrativa do que trabalhar no domínio RGB, pois pode-se trabalhar diretamente com o vetor referente às tonalidades.

O HSV, diferentemente do sistema RGB, possui uma representação espacial cônica (Figura 5). A partir de uma análise dos valores dos pixels da imagem na componente *Hue* (matiz), pode-se determinar quantos destes pixels

possuíam uma mesma tonalidade na forma de histograma, ou então agrupá-los por subgrupos através de valores próximos.

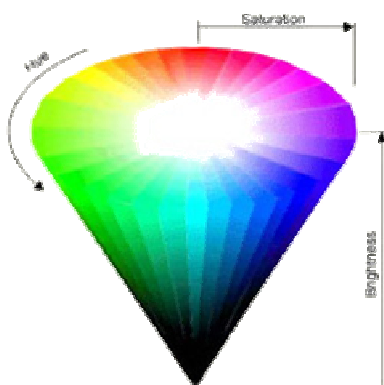


Figura 5 – Representação espacial do diagrama de cores HSV.

Os valores para as coordenadas “Saturação” e “Brilho” (ou Valor) são definidos entre 0 e 255. Como o valor para a coordenada “Matiz” é uma grandeza angular, este é definido entre 0 e 360, mas pode ser normalizado, em alguns casos, para valores entre 0 e 180 para que possa ser definido com 1byte, apenas.

Nesta pesquisa dividiu-se o vetor matiz em sete regiões, a partir de um agrupamento de tons próximos, sendo elas: verde (GGG); mais verde que amarelo (GGY); mais amarelo que verde (GYG); amarelo (YYY); mais amarelo que vermelho (YYR); mais vermelho que amarelo (YRR); e vermelho (RRR), apresentados na Tabela 1 e 2. Os valores para verde puro, amarelo puro e vermelho puro, são respectivamente 120, 180 e 240. Esse agrupamento foi realizado para facilitar a tomada de decisão referente à classificação da escala de maturação de Von Loeseck (CEAGESP, 2006). Após a separação das regiões, segmenta-se a imagem em regiões, com cada uma contendo os pixels com tonalidades semelhantes entre si e pertencentes a uma das regiões citadas previamente (Figura 6).

A fim de melhor visualização, foram destacados os grupos de pixels existentes pela tonalidade, realizando uma saturação nos pixels da imagem, que consiste em atribuir o valor máximo (255) para os elementos da matriz Saturação da representação HSV (Figura 7).

Utilizando como base as fotos das bananas fornecidas pela classificação da Ceagesp, conseguiu-se estabelecer um padrão para que tornasse possível comparar com as fotos das frutas que foram obtidas. O padrão (Tabela 1) é baseado na porcentagem de pixels pertencentes a cada região, composta por tons semelhantes, em relação ao número de pixels totais, que compõem a imagem da banana em questão. Sendo G correspondente à cor verde, Y ao amarelo e R ao vermelho, pode-se estabelecer a notação presente na Tabela 1 para as 7 regiões (indo do verde ao vermelho). Nessa tabela também se tem o valor de ocorrência de cada conjunto de pixels com tons semelhantes nas diversas classes de maturação do modelo estudado, que foi adotado como referência.

Tabela 1 – Ocorrência dos grupos de pixels com tons semelhantes nas diversas classes de maturação.

Categoria	Classes						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
GGG	3,62%	1,61%	0,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GGY	89,38%	43,56%	13,43%	0,47%	0,00%	0,00%	0,00%
GYG	6,96%	54,84%	65,05%	11,56%	4,09%	0,37%	0,04%
YYY	0,00%	0,00%	21,09%	55,02%	38,05%	34,06%	31,44%
YYR	0,00%	0,00%	0,08%	32,86%	17,95%	22,08%	46,24%
YRR	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	37,33%	42,23%	16,29%
RRR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,58%	1,26%	5,99%

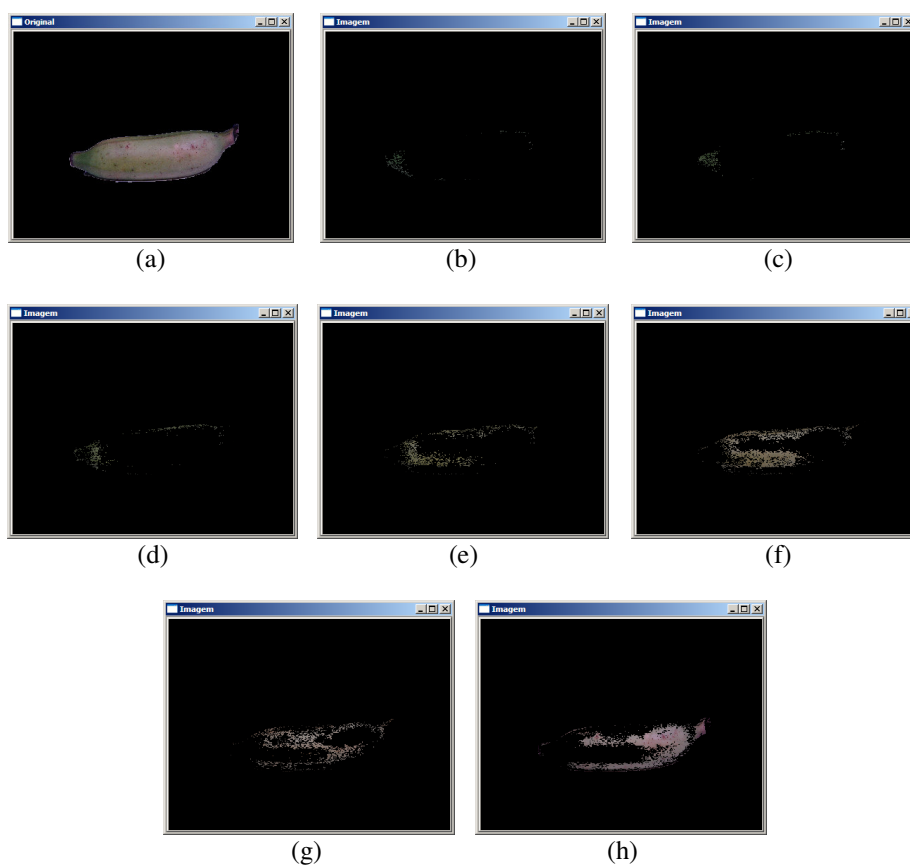


Figura 6 – Imagem original em (a), e a decomposição nos 7 grupos com tonalidades semelhantes

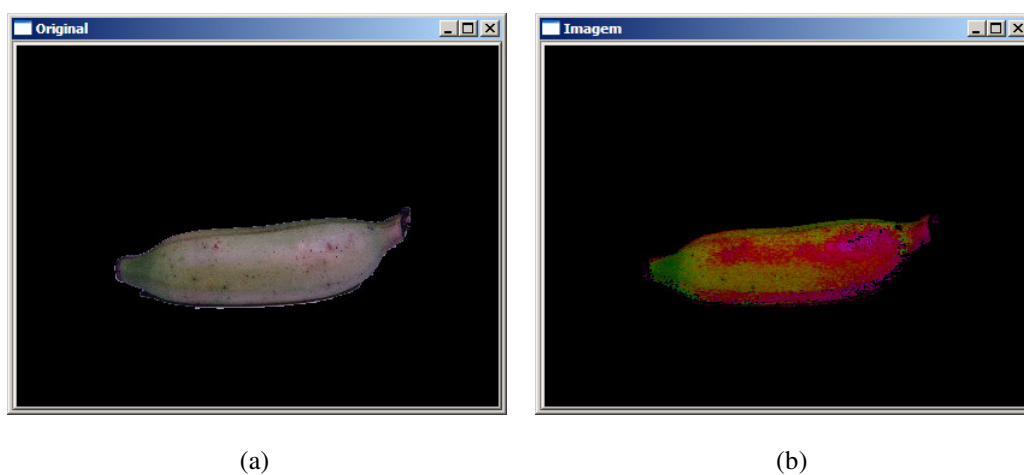


Figura 7 – Imagem original em (a) e com os pixels relevantes saturados em (b)

A partir da Tabela 1 obteve-se a Tabela 2, que consiste em índices obtidos para as 3 tonalidades principais nesta pesquisa (verde, amarelo e vermelho) em relação aos grupos de tons em que a imagem foi segmentada.

Tabela 2 – Índices para as cores principais

	Classes						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
G	0,328	0,245	0,155	0,021	0,007	0,001	0,000
Y	0,115	0,170	0,230	0,283	0,217	0,210	0,226
R	0,000	0,000	0,000	0,055	0,167	0,184	0,161

Os índices da Tabela 2 são calculados levando em consideração o número de pixels de uma categoria e a importância dessa categoria (ou sub-região) para a tonalidade. Por exemplo, 1 pixel pertencente à categoria GGG tem uma influência maior do que outro pixel situado na categoria GYY, para a cor principal verde (G). Do mesmo modo, um pixel na categoria GYY teria um peso maior que outro na categoria YRR, tendo como foco a cor principal amarelo (Y). Dessa forma uma ponderação das 7 sub-regiões foi realizada. O mesmo procedimento foi realizado para as imagens das fotografias das bananas, e os índices obtidos foram comparados com os índices padrões. Podemos interpretar tais índices como as coordenadas retangulares de um ponto no espaço do R^3 , e a distância de tais pontos para aqueles encontrados nas cores principais, nos dará o quão próximo a fruta está de ser classificada para uma referida classe. No presente trabalho, para a classe C1 por exemplo, essa distância foi definida como Erro_c1. O programa desenvolvido realiza a comparação dos valores encontrados e informa em qual classe a imagem da fruta em questão mais se aproxima utilizando esse método.

3. RESULTADOS

O resultado final da classificação das bananas nesta primeira etapa do projeto foi a determinação da subclasse, determinando a fase da maturação de acordo com a classificação da Ceagesp. Para isso 10 fotografias foram utilizadas, classificadas pelo programa automaticamente e comparadas com o enquadramento nas referidas classes, realizado por quatro pessoas. As frutas utilizadas nesse teste estão na Figura 8. Na Tabela 3 tem-se os valores encontrados para 3 testes realizados. Os erros apresentados foram calculados considerando o somatório entre as diferenças obtidas nos índices para as cores G, Y, R entre a tabela padrão (Tabela 2) e as frutas analisadas. O programa classifica a fruta de acordo com o menor erro encontrado entre as classes da tabela padrão.

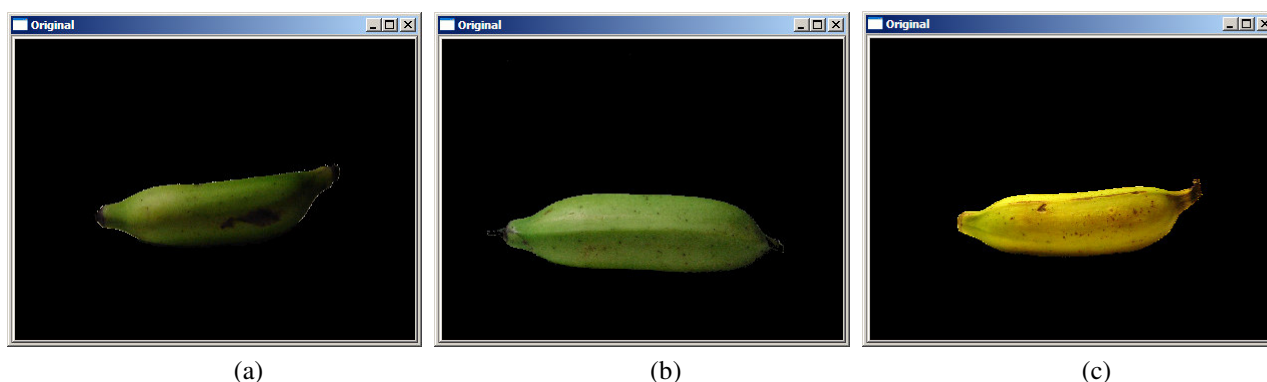


Figura 8 – Frutas B1 (a), B7 (b) e B10 (c).

Tabela 3 – Resultados dos testes pelo programa.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
GGG	1,50%	0,88%	0,62%	0,27%	1,69%	0,76%	0,07%	0,04%	0,01%	0,00%
GGY	3,59%	4,29%	2,40%	3,93%	2,51%	1,46%	3,28%	0,47%	0,14%	0,00%
GYY	57,80%	71,47%	74,66%	74,58%	49,61%	27,58%	90,23%	44,23%	60,42%	0,05%
YYY	29,92%	20,96%	16,85%	19,69%	38,56%	56,86%	6,11%	53,76%	33,73%	55,40%
YYR	3,91%	1,43%	3,06%	1,31%	5,22%	11,41%	0,19%	1,41%	4,89%	42,87%
YRR	1,54%	0,53%	1,50%	0,17%	1,11%	1,35%	0,10%	0,06%	0,75%	1,55%
RRR	1,75%	0,44%	0,92%	0,07%	1,29%	0,57%	0,02%	0,02%	0,06%	0,13%
G	0,116	0,138	0,136	0,139	0,100	0,055	0,162	0,075	0,101	0,000
Y	0,243	0,237	0,233	0,239	0,254	0,279	0,225	0,281	0,259	0,282
R	0,020	0,006	0,015	0,003	0,019	0,026	0,001	0,003	0,011	0,077
Erro_c1	0,2482	0,2260	0,2262	0,2260	0,2681	0,3198	0,1993	0,3021	0,2684	0,3757
Erro_c2	0,1492	0,1262	0,1268	0,1262	0,1688	0,2207	0,0994	0,2023	0,1688	0,2797
Erro_c3	0,0458	0,0196	0,0244	0,0187	0,0634	0,115	0,0084	0,095	0,0618	0,1805
Erro_c4	0,1088	0,1346	0,1313	0,1361	0,0911	0,0445	0,1616	0,0757	0,0948	0,0304
Erro_c5	0,1846	0,2084	0,2002	0,2117	0,1789	0,1612	0,2275	0,1895	0,1872	0,1109
Erro_c6	0,2026	0,2260	0,2176	0,2293	0,1974	0,1803	0,2443	0,2085	0,2058	0,1284
Erro_c7	0,1831	0,2077	0,1998	0,2108	0,1761	0,1551	0,2278	0,1842	0,1842	0,1010

De acordo com os resultados da Tabela 3 observamos que as frutas B1 e B7 apresentaram menores erros em C3 e a fruta B10 apresentou menor erro em C4, por exemplo. Desta forma podemos concluir que de acordo com a classificação do programa as frutas B1 e B7 são do padrão para a Classe 3, enquanto a B10 enquadra-se na Classe 4.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da comparação realizada entre quatro observadores e a classificação automática do programa.

Tabela 4 – Resultados da comparação observador x programa.

	Observador 1	Observador 2	Observador 3	Observador 4	Programa	Acerto (%)
B1	C3	C3	C3	C2	C3	75%
B2	C3				C3	
B3	C2				C3	
B4	C2				C3	
B5	C3				C3	
B6	C4				C4	
B7	C2	C3	C3	C3	C3	75%
B8	C5				C4	
B9	C4				C3	
B10	C5	C4	C4	C5	C4	50%

4. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos na Tabela 4 podemos concluir que os resultados são satisfatórios para um primeiro estudo, visto que o percentual de acerto, na maioria dos casos, foi superior a 50%. Recomenda-se para um próximo estudo a utilização de um maior número de observadores para a comparação com o programa, visto que a classificação visual é muito subjetiva.

Podemos também levar em consideração que a iluminação ambiente não foi totalmente controlada, o que gerou sombras em algumas fotografias. O controle de brilho automático da câmera digital também atrapalhou um pouco, fazendo com que algumas fotografias tivessem que ser repetidas. Testes foram realizados com alguns tipos de lâmpadas diferentes, mas uma atenção maior foi fornecida para as lâmpadas fluorescentes, visto que essas são mais frequentemente utilizadas nos galpões de armazenagem. Além disso, recomenda-se a utilização de um fundo totalmente preto durante a aquisição das imagens de forma a facilitar a segmentação das imagens.

Algumas frutas, seja pelo aspecto, seja por serem analisadas sob determinado iluminante, não se enquadraram visualmente em nenhuma classificação da Ceagesp, como é o caso de um amadurecimento parcial com bastantes manchas. Nesse exemplo, podemos ter índices praticamente iguais relacionados a manchas, a região verde e as áreas maduras, devido ao amadurecimento e apodrecimento desigual da banana. Este fato impossibilitou a utilização de todas as frutas empregadas no estudo.

A partir do estudo para o desenvolvimento deste sistema de classificação de frutas, espera-se determinar parâmetros que possam padronizar a forma de iluminação para o reconhecimento das tonalidades das frutas, e a implementação do mesmo em um sistema real de um produtor, ou distribuidor, de bananas.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de Anita de Souza Dias Gutierrez (CEAGESP) e à FAPERJ (No. E-26/171.362/2001).

6. REFERÊNCIAS

- ABANORTE, outubro de 2009, <<http://www.abanorte.com.br/>>
- CEAGESP, 2006, “PBMH & PIF – Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas”. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).
- Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B., 2008, “Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e Manuseio”, Editora UFL.
- Gomez-Sanchis, J., Molto, E., Camps-Valls, G., Gomez-Chova, L., Aleixos N., Blasco, J., 2008, “Automatic correction of the effects of the light source on spherical objects. An application to the analysis of hyperspectral images of citrus fruits”, Journal of Food Engineering vol. 85, pp.191–200.
- Li, Q., Wang, M., Gu, H., 2002, “Computer vision based system for apple surface defect detection”, Computers and Electronics in Agriculture, Vol 36, pp 215-223.

- Louro, A. H. F., Mendonça, M. M., Gonzaga, A., 2006, “Classificação de tomates utilizando redes neurais artificiais”, WVC2006, II Workshop de Visão Computacional, São Carlos, SP.
- Kondo, N., Ahmad, U., Monta, M., Murase, H., 2000, “Machine vision based quality evaluation of Iyokan orange fruit using neural networks”, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol 29, pp 135-147.
- Mendonza, E., Aguilera, J. M., 2004, “Application of Image Analysis for Classification of Ripening Bananas”, *Journal of Food Science*, vol 69, nº 9, pp E471-E477.
- Moutinho, L. M. G., Nascimento, J. S., 2000, “O problema da inserção das exportações brasileiras de frutas frescas na União Européia”. João Pessoa: PPGE-CME/UFPB.
- Serra J., 1983, “Image Analysis and Mathematical Morphology”, New York: Academic Press.
- Simões, A. S., Costa, A. H. R., 2003, “Classificação de laranjas baseada em padrões visuais.”, *Anais do 6º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Bauru, São Paulo, Brasil.
- Tezuka, E. S., Cruvinel, P. E., Herrmann Junior, P. S. P., 2008, “Desenvolvimento de um Modelo de Visão Computacional para Inferência da Qualidade de Frutas”, *Anais do XI Encontro de Modelagem Computacional*.
- Unay, D., Gosselin, B., 2006, “Automatic defect segmentation of ‘Jonagold’ apples on multi-spectral images: A comparative study”, *Postharvest Biology and Technology* vol. 42, pp. 271–279.
- Xiao-bo, Z., Jie-wen, Z., Yanxiao, L., Holmes, M., 2010, “In-line detection of apple defects using three color cameras system”, *Computers and Electronics in Agriculture* Vol 70, pp 129–134.
- Zheng, C., Sun, D., Zheng, L., 2006, “Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review”, *Trends in Food Science & Technology*, 17 (2006), 642-655.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

BANANAS RIPENING CLASSIFICATION USING IMAGE PROCESSING AND ANALYSIS

Abstract: The present paper describe the development of a automatic system using computational vision practices to bananas ripening classification. In order to ensure fruit quality production there are regulations for its classification. We developed a software that enhances some fruits characteristics, considering their color and ripeness, to achieve this important classification task, that nowadays in many industries are conducted by human being. This paper discusses the development of an automated system for characterizing the degree of ripeness of fruit, considering the lighting and techniques of computer vision. The results allow to propose a process that can be used by small and medium producers, according to established by “*Programa Brasileiro para a Modernização da horticultura*”.

Keywords: *Computational vision, Visão computacional, Horticulture, Fruits, Bananas Ripening*

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.