

# CARACTERIZAÇÃO DA TAXA DE ESCURECIMENTO DA BANANA PÓS-COLHEITA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS DO SOFTWARE SCILAB



Revista  
**Desafios**

Artigo Original  
Original Article  
Artículo Original

*Characterization of postharvest banana browning rate using Scilab Software image processing technique*

*Caracterización de la tasa de oscuridad del plátano posterior a la cosecha através de la técnica de procesamiento de imágenes de software Scilab*

Débora dos Santos Rodrigues<sup>1</sup>, Tiago Santos Oliveira<sup>2</sup>, Sergio Nolêto Turibus<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas, Tocantins, Brasil.

<sup>2</sup> Laboratório de Matemática, Curso de Matemática, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/Campus de Balsas, Brasil.

\*Correspondência: Laboratório de Matemática, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/Campus de Balsas, Praça Gonçalves Dias, s/n, Balsas, Maranhão, Brasil. CEP: 65800-000. e-mail: turibus73@gmail.com.

Artigo recebido em 12/12/2020 aprovado em 03/05/2022 publicado em 17/05/2022.

## RESUMO

A grande demanda alimentícia expande os setores de agronegócio e agricultura na região de Balsas, Estado do Maranhão, aumentando o número de plantações agrícola (grãos e frutos). Mas, em contra partida, os agricultores tem que combater ações de microrganismos que podem devastar todo plantio, acarretando prejuízos financeiros aos produtores rurais. Logo, para não comprometer o resultado final da colheita, faz-se viável um combate mais exigente contra estes microrganismos, considerando o fator tempo. O meio pelo qual detectam o resultado da ação dos mesmos sobre frutos ou grãos ainda é visual, todavia, através da técnica de processamento de imagens, é possível identificar as doenças nas plantas bem como determinar com precisão o grau de deterioração e infestação em plantas e frutos. Assim, o processamento de imagens oferece ferramentas que facilitam a identificação e a extração das informações contidas em imagens, proporcionando interpretações gráficas e teóricas. Portanto, este trabalho, por meio do Software Scilab, utiliza a técnica de processamento de imagens para caracterizar a taxa de expansão de doenças em plantas e em frutos.

**Palavras-chave:** Agronegócio, microrganismos, Processamento de imagens, Scilab.

## ABSTRACT

*The great food demand expands the agribusiness and agriculture sectors in the region of Balsas, Maranhão State, increasing the number of plantations of agricultural (grains and fruits). But in contrast, farmers have to fight microorganism actions that can devastate every crop, causing financial damage to farmers. Therefore, in order not to compromise the final result of the harvest, a more demanding combat against these microorganisms is feasible, considering the time factor. The means by which they detect the result of their action on fruits or grains is still visual, however, through the image processing technique, it is possible to identify plant diseases as well as accurately determine the degree of deterioration and infestation in plants and fruits. Thus, image processing offers tools that facilitate the identification and extraction of information contained in images, providing graphical and theoretical interpretations. Therefore, this work, using Scilab Software, uses the image processing technique to characterize the rate of infestation and disease expansion in plants and fruits.*

**Keywords:** Agribusiness, Microorganisms, Image processing, Scilab.

## RESUMEN

*La gran demanda de alimentos expande los sectores de agronegocios y agricultura en la región de Balsas, estado de Maranhão, aumentando el número de plantaciones agrícolas (granos y frutas). Pero en contraste, los agricultores tienen que luchar contra las acciones de microorganismos que pueden devastar cada cultivo, causando daños financieros a los agricultores. Por lo tanto, para no comprometer el resultado final de la cosecha, es factible un combate más exigente contra estos microorganismos, considerando el factor tiempo. Los medios por los cuales detectan el resultado de su acción sobre frutas o granos aún son visuales, sin embargo, a través de la técnica de procesamiento de imágenes, es posible identificar enfermedades de las plantas y determinar con precisión el grado de deterioro e infestación en plantas y frutas. Por lo tanto, el procesamiento de imágenes ofrece herramientas que facilitan la identificación y extracción de información contenida en imágenes, proporcionando interpretaciones gráficas y teóricas. Por lo tanto, este trabajo, utilizando el software Scilab, utiliza la técnica de procesamiento de imágenes para caracterizar la tasa de infestación y expansión de enfermedades en plantas y frutas.*

**Descriptores:** Agronegocios, Microorganismos, Procesamiento de imágenes, Scilab

## INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil representa uma expressiva participação no cenário econômico, ocupa uma notável posição na escala mundial de produção agrícola, sendo o quarto maior produtor de alimentos (RAJÃO; RITTL, 2019), destacando-se a produção de banana (*Musasp*), a segunda maior cultura de frutos do país. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2018), a produção foi em torno de 6,8 toneladas.

No entanto, a cultura da banana é limitada por muitas pragas, dentre elas, destaca-se a Sigatoka, causada pelo fungo *Mycosphaerella*, é uma doença que ataca as folhas da bananeira, reduzindo a área foliar e induzindo grandes perdas na produtividade e qualidade da fruta, resultando assim na diminuição do número banana por cacho, bem como redução do tamanho do cacho e maturação precoce dos frutos no campo ou mesmo durante o transporte (EMBRAPA, 2019).

A banana por sua vez possui um elevado valor nutricional, ótima fonte energética além de possuir quantidades consideráveis de vitaminas A e C, fibras, proteínas, carboidratos, cinzas, lipídeos, potássio, fósforo, magnésio, sódio, dentre outros minerais em menores quantidades (NERIS et al, 2018). Além

dessas características, possui ainda um alto teor de água, o que a torna um fruto muito perecível, sofrendo grandes perdas durante a produção, colheita, armazenamento e transporte e por ser um fruto climatérico, a banana possui um período de maturação curto, isto em razão da alta taxa respiratória e a produção de etileno, fator responsável pela aceleração do amadurecimento do fruto, significando por tanto menor tempo de conservação (BARBOSA et al, 2019).

Na fase de amadurecimento, a banana sofre diversas modificações em sua aparência, textura e composição química, provocadas pela transformação do amido em açúcares, redução do pH e aumento da acidez e ao mesmo tempo ocorre o amarelamento da casca devido a degradação da clorofila e o surgimento de pigmentos escuros (VERGEINER; BANALA; KRÄUTLER, 2013, NERIS et al, 2018).

O escurecimento nas cascas de banana, bem como em outros frutos, é causado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos em quinonas, que, em seguida, polimerizam-se resultando em manchas marrons no fruto. Entre as principais enzimas responsáveis por este processo estão as polifenoloxidasas e as peroxidases, portanto, o escurecimento ocorre quando as células são danificadas e a compartimentalização intracelular é interrompida (MORAES et al, 2015).

A banana sob condições adequadas de armazenamento e conservação, pode ser induzida a maturar rápido, como também a amadurecer de forma lenta. Tal procedimento se faz possível através do controle do ar, da umidade e da temperatura.

Visando evitar danos ao plantio de culturas agroindustriais, bem como prejuízos econômicos aos agricultores, este trabalho teve como objetivo trabalhar com a técnica de processamento de imagens para a identificação de doenças bem como determinar com precisão e o grau de deterioração e infestação em plantas e frutos, resultando assim interpretações gráficas e teóricas, utilizando o *Software Scilab*.

O *Scilab* é um software de código aberto e licença livre aplicado à computação numérica, que proporciona um ambiente de computação muito poderoso para aplicações científicas. O ambiente científico do *Scilab* possui muitas funções matemáticas contando com uma linhagem de programação de alto nível, que permite o desenvolvimento e acesso aos dados de forma estruturada, possuindo um quantitativo significativo de funcionalidades.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O fruto em estudo, foi adquirido em supermercados locais do município de Balsas – MA no estado 2 de maturação (casca verde-maduro) e encaminhados para o Laboratório de Matemática da Universidade Estadual do Maranhão, Campus Balsas e mantido em temperatura ambiente durante todo o período de estudo. O processo de escurecimento da banana foi monitorado por meio de imagens por período de cinco dias.

Durante o período experimental e em dias alternados, foram feitas imagens como o mesmo padrão, resolução e enquadramento no formato *jpg*, favorecendo a sistematização da padronização. Tal

procedimento só foi possível através de um cubo de ondas e um bloqueador de luz dispostos no laboratório.

O processamento das imagens para determinação da expansão da taxa de escurecimento da banana foi feito com o *software Scilab*, uma ferramenta computacional bastante utilizada na resolução de vários problemas que envolvem cálculos de visualização gráfica de dados.

Após a aquisição das imagens, foi realizado no *Scilab* o processamento das mesmas. Para realizar processamento foram feitos vários procedimentos e uso de comandos para manipular (processar) a imagem.

As imagens obtidas durante o estudo do escurecimento da banana foram processadas no *software Scilab*. Aplicou-se diversos procedimentos a partir de comandos no software para a manipulação (processamento) das imagens.

Os comandos do *Scilab* são realizados por meio de uma linguagem de códigos. A imagem da banana foi carregada para a interface do *Scilab* com o comando “*imread*”. Posteriormente, com o código “*rgb2gray*” a imagem foi convertida para a escala cinza para facilitar a modificação da imagem para a escala binária, a qual permitiu a leitura e identificação da atividade das enzimas oxidativas. Tal comando foi dado pelo código “*im2bw*”, nesta etapa a imagem foi convertida para as cores “**preta e branca**”. No processo a caracterização da taxa de escurecimento consistiu em identificar a atividade enzimática, caracterizado pela cor preta, e para identificar a área não afetada pelo escurecimento, definiu-se a cor branca. No entanto, na contagem dos pixels da imagem, utilizou-se apenas as cores preta e branca, facilitando assim a contagem dos pixels pretos que representam a deterioração da banana. A cor branca, fundo da imagem o programa reconheceu como a parte pelo qual não sofreu ação enzimática. A contagem do

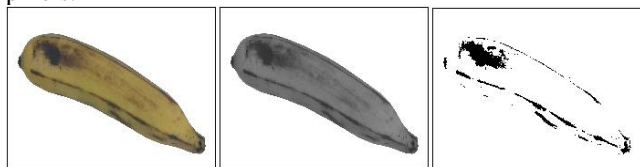
número de pixel foi feita de através do gráfico tipo histograma.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A banana apresentou-se como uma ótima alternativa para este estudo, uma vez que o processo de maturação do fruto é rápido, além do mais, expressa sinais de atividade por enzimas oxidativas que são um dos fatores responsáveis pela coloração marrom na casca da banana, ou seja, são responsáveis pela deterioração e apodrecimento do fruto. Medindo-se a taxa de escurecimento da banana pós-colheita através da técnica de processamento de imagens da plataforma *Scilab*, é possível mapear o controle das condições de conservação do fruto, contribuindo para a qualidade do mesmo, uma vez que ao saber qual estágio de maturação a banana se encontra é possível, determinar condições viáveis que controlem o teor de umidade, a temperatura além de acelerar ou retardar o amadurecimento do fruto.

No início da contagem de pixels da imagem da banana, executou-se os comandos no software *Scilab* no qual, as imagens foram convertidas para a escala cinza e posteriormente para a imagem binária, obtendo-se um total de 115.667 (cento e quinze mil seiscentos e sessenta e sete) pixels da cor preta, representando a deterioração do fruto (Figura 1).

**Figura 1.** Imagem de uma banana no início da contagem de pixels.



No terceiro dia, o escurecimento da casca da banana já era visivelmente superior ao estudado no primeiro estágio. A imagem tratada no *Scilab* apresentou 279.069 (duzentos e setenta e nove mil e

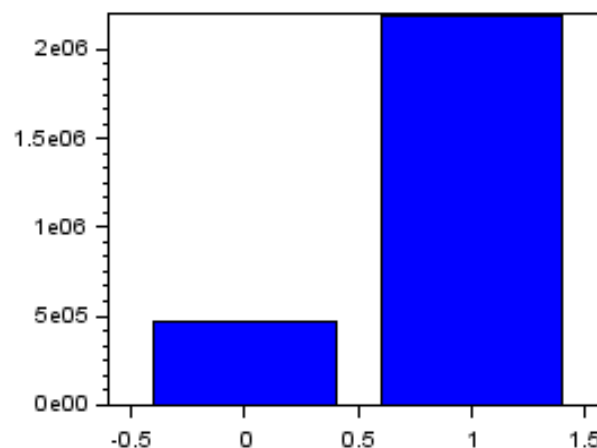
sessenta e nove) pixels pretos, 163402 pixels a mais, caracterizando assim um aumento gradativo da área afetada pela ação das enzimas oxidativas, resultando assim o aumento do escurecimento do fruto, conforme é mostrado na Figura 2 e Figura 3.

**Figura 2.** Imagem de uma banana três dias após o início da contagem de pixel.



No histograma (Figura 3), mostra a quantidade exata de pixels da imagem. Pixels pretos na imagem binária foram representados pelo número 0 (zero), e os brancos pelo número 1 (um). De acordo com o histograma, o fruto já aparentava uma área expressiva afetada pelo escurecimento.

**Figura 3.** Histograma da quantidade de pixels pretos e brancos da imagem binária da banana três dias após a contagem de pixels.



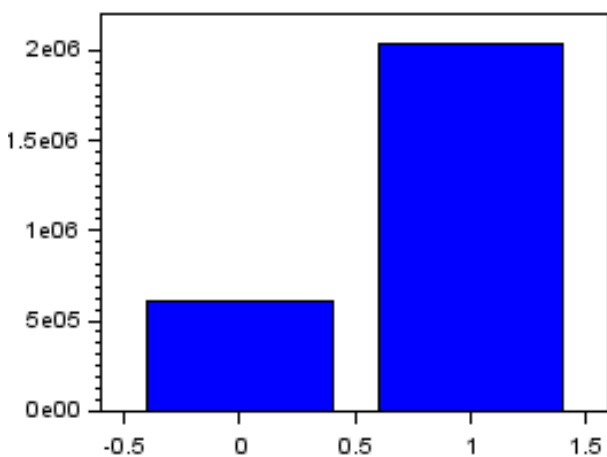
No final do período de experimento, no quinto dia, foi realizada a última leitura de dados no processo de escurecimento da banana no *Scilab*, a mesma já apresentava um alto nível de apodrecimento, a casca por sua vez, expressava o forte escurecimento gerado pelas enzimas.

Dentro da interface do *software*, após a manipulação da imagem foi caracterizado um total de 334.675 (trezentos e trinta e quatro mil seiscentos e setenta e cinco) pixels pretos. Apresentando 219008 (duzentos e dezenove mil e oito) pixels a mais, como mostrado nas figuras 4 e 5.

**Figura 4.** Imagem de uma banana cinco dias após o início da contagem de pixel.



**Figura 5.** Histograma da quantidade de pixels pretos e brancos da imagem binária da banana três dias após a contagem de pixels.

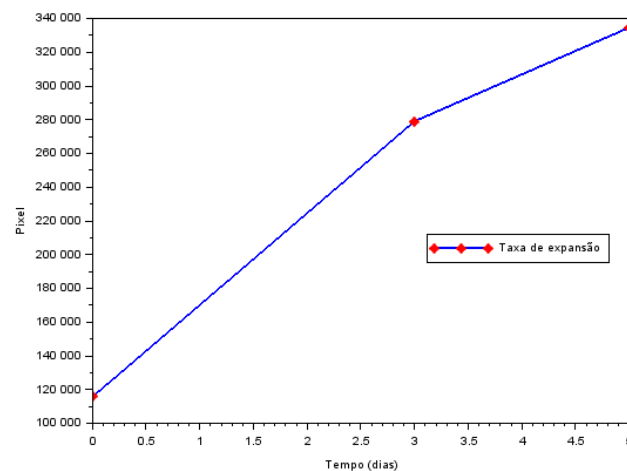


Após a leitura da quantidade de pixels pretos e brancos através do histograma, foi possível produzir um gráfico da taxa de expansão do escurecimento durante os cinco dias.

A leitura do gráfico permite compreender que após a primeira quantificação de pixels pretos, a área afetada pela ação das enzimas aumentou consideravelmente caracterizando o apodrecimento parcial do fruto, especificamente no terceiro dia depois da medição inicial de pixels. No final do período (5º dia), na catalogação dos pixels pretos da imagem da banana, foi constatado visualmente e em valores

numéricos que o fruto se encontrava em um elevado estado de escurecimento da casca.

**Figura 7.** Taxa de expansão do escurecimento da banana durante o período de experimentação.



As observações na análise dos dados mostram a taxa de expansão de apodrecimento do fruto permite controlar a qualidade da banana pois, é possível acelerar ou atrasar o processo de maturação da banana através do controle da temperatura e umidade do ambiente em que o mesmo se encontra. Portanto, faz-se conveniente mensurar que os resultados mostram que o *Software Scilab* permitiu caracterizar a taxa de escurecimento da banana, tendo resultados precisos na contagem de pixel.

## CONCLUSÃO

O grau de caracterização do escurecimento da casca da banana foi contabilizado através da técnica de processamento de imagens consistindo na contagem de pixels por meio do *Software Scilab* em que as áreas em preto significaram a área deteriorada pelo escurecimento após a pós-colheita.

## AGRADECIMENTO

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Luirick F. S.; ALVES, Anderson L., DE SOUSA; Karla dos Santos M.; FIGUEREIDO NETO, Acácio; CAVALCANTE. Ítalo H. L.; VIEIRA, Jucilayne F. Qualidade pós-colheita de banana ‘Pacovan’ sob diferentes condições de armazenamento. **Magistra**, v. 30, p. 28-36, 2019.

CORDEIRO, Zilton José Maciel; DE MATOS, Aristóteles Pires; MEISSNER FILHO, Paulo Ernesto. Sigatocas. **Embrapa**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01\\_45\\_41020068055.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_45_41020068055.html)> Acesso em 29 de setembro de 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). Banco de dados agregados: sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. Recuperado em 28 setembro de 2019, de [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br).

LIU, Yupei; ZHU, A.; TAN, H.; CAO, L.; ZHANG, R. Engineering banana endosphere microbiome to improve Fusarium wilt resistance in banana. **Microbiome**, v. 7, n. 1, p. 74, 2019.

MORAES, A. J. M., LAURETH, J. C. U., LUCKMANN, D., MOURA, C. A., PAULUS, C.,

BRAGA, G. C. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase em bananas após choque térmico e armazenamento a frio. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju SE, 2015

NERIS, T. S., SOUSA, S.; LOSS, R. A.; CARVALHO, J. W. P.; GUEDES, S. F. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa* spp.) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Sustentabilidade**, 4(1), 5-21, 2018.

RAJÃO, Raoni; RITTL, Caolos **O agronegócio brasileiro é uma potência, mas se tornou uma ameaça**. Disponível em: <<https://envolverde.cartacapital.com.br/o-agronegocio-brasileiro-e-uma-potencia-mas-se-tornou-uma-ameaca-diz-artigo/>> Acesso em: 28 de setembro de 2019.

VERGEINER, Clemens; BANALA, Srinivas; KRÄUTLER, Bernhard. Chlorophyll breakdown in senescent banana leaves: catabolism reprogrammed for biosynthesis of persistent blue fluorescent tetrapyrroles. **Chemistry–A European Journal**, v. 19, n. 37, p. 12294-12305, 2013.