

PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS NO FEIJÃO POR MEIO DE LINGUAGEM PYTHON

HUGO S. DE A. V. LOPES¹, RITA DE C. M. MONTEIRO², RUAN BERNARDY³,
ÁDAMO ÁRAUJO⁴, RAFAEL A. DE OLIVEIRA⁵, GIZELE I. GADOTTI⁶

¹Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP, hugo.lobes@feagri.unicamp.br.

²Eng. Agrícola, Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPEL, Pelotas - RS.

³Eng. Agrícola, Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPEL, Pelotas - RS.

⁴Eng. Agrícola, Professor Doutor do Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas - RS.

⁵Eng. Agrícola, Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP.

⁶Eng. Agrícola, Professora Doutora do Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas - RS.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O Brasil é um dos principais produtores de feijão no mundo, junto com outros países, representando 57% da produção global. A classificação e comercialização do feijão no Brasil são baseadas em regulamentações técnicas. No entanto, o processo de classificação é predominantemente manual e visual, o que pode resultar em erros, custos elevados e falta de confiabilidade. A visão computacional e o processamento de imagem são promissores para melhorar esse processo. O trabalho foi realizado em Pelotas-RS, com amostras de feijão de diferentes origens e qualidades. As imagens foram capturadas com um scanner e processadas usando Python. O processo incluiu redimensionamento, limiarização e segmentação das imagens, assim como análises estatísticas. Os resultados visuais indicaram que o processamento das imagens foi satisfatório e a análise estatística mostrou diferenças significativas entre os defeitos de feijão, Partido canais RGB, Ardido canais RG, Mofado canais RGB e Imaturo canais RG, mas não observou diferença significativa entre Ardido canal G, Mofado canais RG e Imaturo canais GR, entre si. O estudo desenvolveu com sucesso um programa em Python para processamento de imagem e identificação de defeitos de feijão com base na escala de RGB.

PALAVRAS-CHAVE: canais RGB, programação, classificação de sementes

IMAGE PROCESSING FOR CHARACTERIZATION OF BEAN DEFECTS USING PYTHON LANGUAGE

ABSTRACT: Brazil is one of the leading bean producers in the world, along with other countries, representing 57% of global production. The classification and commercialization of beans in Brazil are based on technical regulations. However, the classification process is predominantly manual and visual, which can result in errors, high costs, and lack of reliability. Computer vision and image processing hold promise for improving this process. The work was conducted in Pelotas, RS, using samples of beans from different origins and qualities. The images were captured with a scanner and processed using Python. The process included resizing, thresholding, and image segmentation, as well as statistical analyses. Visual results indicated that the image processing was satisfactory, and the statistical analysis revealed significant differences among various bean defects, including Split RGB channels, Scorched RG channels, Moldy RGB channels, and Immature RG channels. However, there

was no significant difference between Scorched G channel, Moldy RG channels, and Immature GR channels among themselves. The study successfully developed a Python program for image processing and identification of bean defects based on the RGB scale.

KEYWORDS: RGB Channels, programming, seed classification

INTRODUÇÃO: O Brasil é o terceiro maior produtor de feijão do mundo, conjuntamente com Myanmar, Índia, Estados Unidos, México e Tanzânia, são responsáveis por 57% da produção mundial (CONAB, 2019; COÊLHO, 2019). O padrão oficial de classificação e comercialização no Brasil, é definido a partir do Regulamento Técnico do Feijão. A classificação é dividida em grupos, classes e tipos. E a tipologia está associada aos percentuais de tolerância de defeitos, entre eles, leves e graves (MAPA, 2008). O processo de classificação de grãos e sementes são importantes, pois interferem diretamente na comercialização dos produtos. Entretanto, são em grande parte manuais e visuais, onde a análise fica a cargo da subjetividade humana. Alguns problemas associados ao processo manual implicam em alta probabilidade de ocorrência de erros, custo elevado de processo, dificuldade de padronização dos resultados, a não confiabilidade, lentidão e o desgaste físico do trabalhador (BELAN, 2019; PIRES, 2012). A visão computacional e o processamento de imagem podem ser soluções, pois são ciências que desenvolvem técnicas e métodos para que as máquinas possam reconhecer objetos ou cenas em imagens digitais assim como a visão humana (PIRES, 2012; BELEN, 2019). Portanto, o objetivo do trabalho foi estabelecer uma técnica adequada para identificar defeitos de feijão por meio de processamento de imagem com linguagem Python, através de imagens digitais e o uso da escala de RGB (red, green e blue).

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, no Laboratório de Agrotecnologia, situado na Universidade Federal de Pelotas. Para o experimento foram recebidas doações de sementes de feijão da Cooperativa Agrária Agroindustrial de Guarapuava-PR, Empresa Camil de Pelotas-RS e dois pequenos produtores colaboradores, um de Cristalina-GO e outro de Pelotas-RS. Ao todo foram recolhidos 4 (quatro) amostras de lotes de sementes de feijão possuindo diferentes níveis de qualidade fisiológica, estas foram classificadas, separadas por defeitos e armazenadas em ambiente climatizado. Como objetivo do trabalho foi a caracterização dos defeitos de feijão e durante o desenvolvimento foi constatado que nas amostras dos lotes haviam pequenas quantidades de defeitos, se fez necessário a junção das amostras para uniformizar as quantidades e cada semente foi usada como uma repetição. A menor parcela de defeito encontrado foi de sementes amassadas com 12 unidades. As capturas das imagens foram realizadas através de um scanner multifuncional da marca Brother modelo MFC – 8860DN com resolução de 300 dpi e dimensões de imagem em 2550 x 3507 pixels. Os códigos desenvolvidos para fazer o processamento das imagens utilizaram a linguagem de programação interpretada Python e como principais bibliotecas, a OpenCV de processamento de imagem e a NumPy de manipulação de dados e computação científica.

A Figura 1 apresenta o fluxograma com o passo a passo do processamento das imagens e as principais etapas como a captura das imagens, redimensionamento, limiarização, segmentação, o cálculo da média dos canais RGB e o salvamento dos dados para análises estatísticas posteriores. Se fez necessário a limiarização por dois métodos diferentes (Thresh+Otsu e Sauvola) para melhor adaptação da segmentação (componentes conectados e contornos). O feijão bom e os defeitos amassado, ardido e imaturo foram processados por Thresh+Otsu e componentes conectados e os defeitos de germinado, mofado e partido foram processados com Sauvola e Contornos. Os dados coletados foram submetidos à análise de

variância ($p \leq 0,05$) com um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) e o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e posteriormente foram comparados usando o teste de Tukey com 5% de probabilidade.

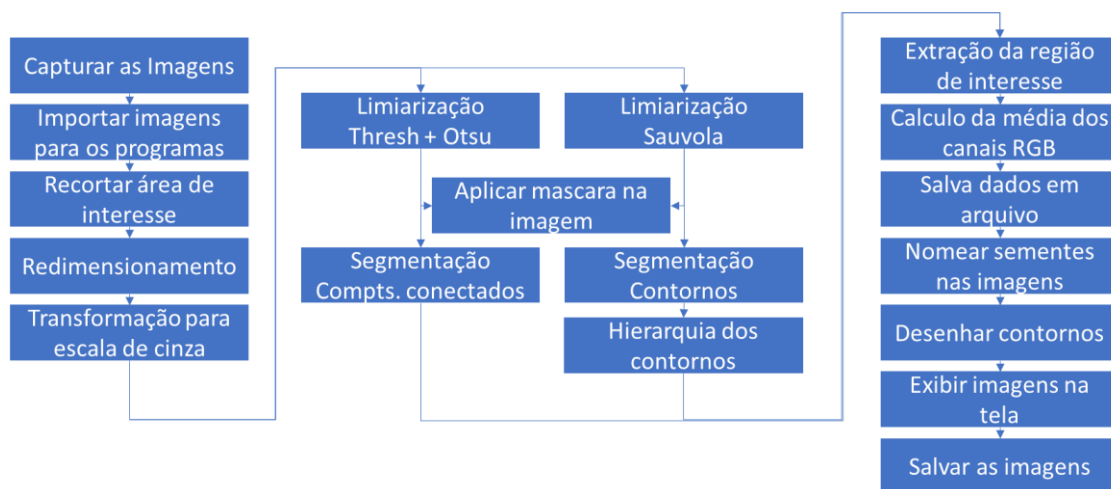


FIGURA 1. Fluxograma do processamento das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 apresenta os resultados visuais para o redimensionamento, a limiarização por Thresh+Otsu e a segmentação por componentes conectados para o feijão amassado. Visivelmente o processamento foi satisfatório, pois conforme Gonzalez (2010), “o observador é o juiz em relação ao desempenho de um método particular”.



FIGURA 2. Resultados do redimensionamento, da limiarização e da segmentação pela técnica proposta pelo trabalho para o processamento da imagem com feijão amassado.

Após a obtenção das médias dos canais RGB para cada semente e cada defeito foi realizado a análise de variância. A primeira análise se deu em DBC a 5% de probabilidade pois precisou verificar se o efeito do bloco era significativo porque as unidades experimentais não eram homogêneas uma vez que se misturou defeitos de lugares diferentes. Os resultados apresentaram que o efeito do bloco não é significativo para as amostras e pode aplicar um DIC para a análise. Como o F_{cal} foi maior que o F_{tab} , no DIC, aceitou-se a hipótese alternativa de que há duas médias diferentes uma da outra então aplicou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados se apresentam na Tabela 1.

TABELA 1. Teste de Tukey para a as médias dos canais RGB de cada defeito. Letras diferentes há diferença significativa E letras iguais não a diferença significativa.

Ondem	Tratamento	Médias	Tukey	Ondem	Tratamento	Médias	Tukey
1	Partido_R	172,27	a	12	Bom_G	40,53	h
2	Partido_G	165,49	b	13	Imaturo_B	35,74	h
3	Partido_B	137,95	c	14	Germinado_G	35,52	h
4	Ardido_R	102,43	d	15	Amassado_G	34,98	h
5	Ardido_G	78,78	e	16	Germinado_R	31,04	h
6	Mofado_G	78,58	e	17	Amassado_R	29,28	h
7	Mofado_R	75,09	e	18	Germinado_B	26,40	h
8	Mofado_B	65,22	f	19	Amassado_B	26,27	h
9	Imaturo_G	58,43	g	20	Bom_R	23,89	h
10	Imaturo_R	56,73	g	21	Bom_B	21,18	h
11	Ardido_B	40,56	h				

A diferença mínima significativa (DMS) foi de 6,699. Portanto os defeitos Partido canais RGB, Ardido canais RG, Mofado canais RGB e Imaturo canais RG conseguem ser separados dos restantes defeitos inclusive do feijão bom. Mas não é possível separar Ardido canal G e Mofado Canais RG entre si, pois apresentam a mesma letra assim como Imaturo canais RG.

CONCLUSÕES: Desenvolveu-se um programa em linguagem Python que estabelece uma técnica adequada para o processamento de imagem e identificação de defeitos de feijão com o uso da escala de RGB, com evidências estatísticas suficientes para a separação dos defeitos.

REFERÊNCIAS:

- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária. Brasília**, v.7, p.1-100, 2019. ISSN: 2318-3241. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- COÊLHO, J. D. Produção de grãos – Feijão, Milho e Soja. **Caderno Setorial ETENE**. Banco do Nordeste. Ano 4, Nº 81, 2019. 11 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução normativa Nº12**. 28 Março, 2008.
- BELAN, P. A. **Sistema de visão computacional para instalação de qualidade de grão de feijão**. Tese (Doutorado) – Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, 2019. p.119. CDU 004.
- PIRES, A. C. **Protótipo para inspeção visual automática da qualidade de feijão: concepção, desenvolvimento e análise de custos**. Dissertação São Paulo – SP, 2012, p.88.
- PIRES, A. C.; ARAUJO, S. A. A problemática da aplicação das normas de qualidade de classificação de feijão no brasil. **XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Bento Gonçalves - RS, 2012, p.16.
- GONZALEZ, R. C; RICH, A. C. **Woods. Processamento digital de imagens**. Pearson Prentice Hall, 2010. 3. Ed. São Paulo. ISBN 978-85-8143-586-2