

CLASSIFICADOR DE GRÃOS DE CAFÉ (PVA) POR IMAGEM

Fábio de Oliveira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP,
Brasil

Wellington Antonio dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP,
Brasil

Arnaldo de Carvalho Junior

Mestre em Engenharia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo,
Campus Cubatão (IFSP Cubatão), SP, Brasil.

Marcos Salazar Francisco

Mestre em Engenharia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo,
Campus Cubatão (IFSP Cubatão), SP, Brasil.

Resumo: A boa qualidade de um café é precedida por várias etapas e uma delas é pós-colheita. Os avanços tecnológicos para identificar grãos de café cresceram nos últimos anos, para acompanhar as demandas do mercado consumidor e, nesse sentido, há um grande interesse em estudos de registros que possam ser associados à análise sensorial de bebidas que extraem maior segurança nos resultados. O sistema desenvolvido para reconhecimento de padrões de cores passa por um processo que visa ganhar tempo e praticidade usando um sistema de linguagem de programação e hardware. O sistema consiste em uma classificação para a demanda de pequenas misturas de café em seu estado pós-colheita, que visa detectar a quantidade de PVA (preto, verde e ardente) e, assim, uma rotina foi pré-programada e correspondente à cor detectada, gerando sinais e reconhecendo as possíveis anomalias em cada grão, causando uma amostra na tela.

Palavras-chave: reconhecimento de imagens; PVA, classificação café, RGB, Raspberry.

Abstract: Several steps precede the good quality of a coffee and one of them is postharvest. Technological advances to identify coffee beans have grown in recent years, to keep up with the demands of the consumer market and, in this sense, there is a great interest in studies of records that can be associated with sensory analysis of beverage extracting greater safety in the results. The system developed for color

pattern recognition goes through a process that aims to acquire time and practicality using a hardware and programming language system. The system consists of a classification for the demand of small coffee blends in its post-harvest state, which aims to detect the amount of BGB (black, green and blazing) and thus a routine was pre-programmed and corresponding to the detected color, generating signals and recognizing the possible anomalies in each grain causing a sample on the screen.

Keywords: image recognition; BGB; coffee classifier; RGB; Raspberry.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas envolvendo visão computacional, inteligência artificial, e redes neurais (RNA) estão se tornando cada vez mais eficazes nos diversos ramos das ciências, conforme explica TRINDADE (2018). A capacidade humana para captar, processar e interpretar grandes volumes de dados de natureza visual estimula o desenvolvimento de técnicas e dispositivos cada vez mais sofisticados. Algumas aplicações requerem interação visual bastante intensa. A aquisição de dados através de sensores que permitem identificar a existência de anomalias ou outros acontecimentos estão sendo implementados, sendo possível ganhar agilidade, confiabilidade e precisão. Segundo OYAMA (2014), existem diversos métodos sendo utilizados para reconhecimento de padrões de imagem ou o reconhecimento de cores por espectro e textura. As técnicas permitem um campo maior de aplicação na indústria, apesar de ainda serem pouco utilizadas e possuem considerável custo de implantação.

O processo de classificação, conforme levantamento feito por profissionais da área, é muito subjetiva e, dependendo da análise, a interpretação pode ser diferente de outro avaliador. Dessa forma teremos diferentes padrões de cada avaliador de uma mesma amostra. Outro fato é que custa tempo e cada grão deve ser avaliado individualmente e conseqüentemente faz-se da análise um processo lento e por outro lado não muito confiável. O café tem um valor muito importante, tanto econômico quanto cultural em nosso país. No ano 2000 a EPAMIG (EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS) relatou em suas pesquisas que o agronegócio do café no Brasil tem se tornado cada vez mais competitivo, e tem estado como o

segundo maior gerador de riquezas do planeta, ficando atrás somente do petróleo. O mercado do café movimentava anualmente cerca de 91 bilhões de dólares. A classificação do café é feita de diversas formas, existe a classificação por tipo ou defeitos, a classificação por bebida e, além dessas, existem também outras formas como o café pode ser classificado. Entre elas estão a classificação por peneira, por cor, por torração e por descrição. O desenvolvimento desta pesquisa visa classificar apenas 3 (três) tipos de defeitos encontrados na classificação de café por tipo.

Este artigo é resultado das pesquisas desenvolvidas na disciplina de Projetos Integradores, do curso de Tecnologia em Automação Industrial, para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizado pelos autores DA SILVA, DOS SANTOS (2019).

1.1. CLASSIFICAÇÃO POR TIPO

Os grãos pretos, verdes e ardidos, conforme fig. 1, são considerados os principais defeitos encontrados na classificação do café por afetarem diretamente a qualidade (cor, aspecto, torração, bebida) e o tipo de café. Conseqüentemente, para garantir a preservação do bom índice de qualidade se faz necessária a diminuição da quantidade desses defeitos.

Figura 1 – Grão PVA



Fonte: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_folder_defeitos_cafe.pdf

A classificação por tipo é uma das formas de se poder determinar a qualidade do café, analisando a quantidade de grãos defeituosos e impurezas presentes numa amostra de 300g de café beneficiado. É utilizada como base uma tabela oficial para classificação, conforme Tabela 1, de acordo com a qual “cada tipo de café corresponde a um número maior ou menor de defeitos encontrados em sua amostra.” (THOMAZIELLO, 2014).

Tabela 1 – Equivalência Grãos Imperfeitos e Impurezas

GRÃOS IMPERFEITOS E IMPUREZAS	DEFEITOS
1 grão preto	1
1 pedra, pau ou torrão grande	5
1 pedra, pau ou torrão regular	2
1 pedra, pau ou torrão pequeno	1
1 coco	1
1 casca grande	1
2 ardidos	1
2 marinheiros	1
2 a 3 cascas pequenas	1
2 a 5 brocados	1
3 conchas	1
5 verdes	1
5 quebrados	1
5 chochos ou mal granados	1

Fonte: <https://revistacafeicultura.com.br/?mat=55115>

2. MATERIAIS & MÉTODOS

O software utilizado neste trabalho para reconhecer os grãos PVA foi criado na linguagem Python, com o auxílio de bibliotecas de visão computacional (OpenCV), para realizar o processamento das imagens. O Python possui uma biblioteca padrão imensa, contendo métodos, classes e funções que permitem a criação de qualquer tarefa, incluindo desde o acesso a banco de dados até a interface gráfica de usuário. É uma linguagem livre, ou seja, aberta, onde outros desenvolvedores podem estudar e contribuir para o aprimoramento da mesma, e multiplataforma pois podem ser

executadas numa grande gama de plataformas existentes sem sofrer nenhuma modificação.

O OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) é uma biblioteca de software de visão computacional e aprendizado de máquina em código aberto. O OpenCV foi construído para fornecer uma infraestrutura comum para aplicativos de visão computacional e para acelerar o uso da percepção da máquina nos produtos comerciais.

2.1. RASPBERRY PI 3

Raspberry Pi é um computador de baixo custo, com o tamanho de um cartão de crédito, desenvolvido no Reino Unido pela Fundação Raspberry Pi. A figura 2 apresenta uma vista superior desta placa. Para usá-lo, basta plugar um teclado e um mouse padrão a ele e conectar tudo isso a um monitor ou a uma televisão.

Figura 2 – Raspberry pi 3



Fonte: www.raspberrypi.org/products

Conforme encontrado nas publicações de Stefan Sjogelid (2013), a Raspberry Pi atua como se fosse um computador, O Raspberry Pi, pois conta com um processador ARM 1176 com relógio padrão de 700 MHz. A unidade processadora de gráficos, ou GPU (*Graphics Processing Unit*) é capaz de processar 1 milhão de *pixels*

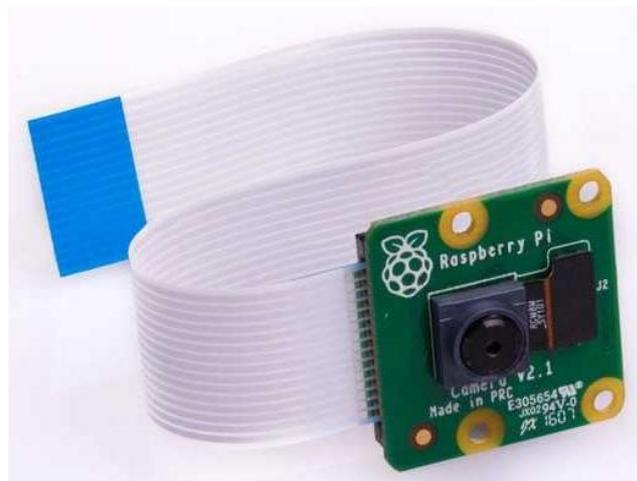
por segundo (1 Gpixel/s), tendo poder de processamento gráfico semelhante ao do console Xbox.

O Python é uma ferramenta poderosa, mas não existe um único algoritmo que apresente o melhor desempenho para todos os problemas. Assim, é importante compreender o poder e a limitação dos diferentes algoritmos utilizando alguma metodologia de avaliação que permita comparar as amostras.

2.2. Câmera Raspberry PI

O módulo de câmera da RASPBERRY PI é um produto oficial da fundação raspberry pi. A fundação possui dois modelos no disponível, a versão original que foi lançada em 2013, e a versão 2 lançada em 2016, ambas possuem versões de luz visível e infravermelho. A figura 3 apresenta uma foto da câmera utilizada.

Figura 3 – Câmera Raspberry PI v2



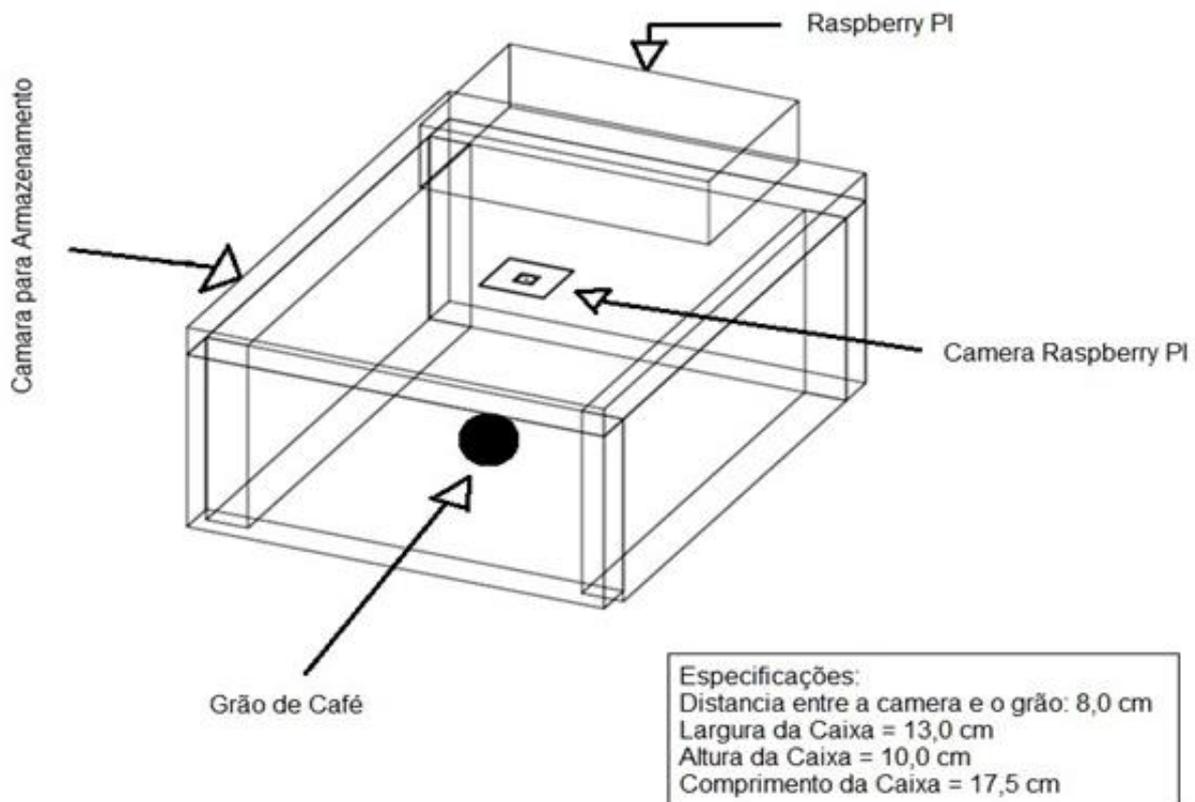
Fonte: <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>

2.3. Montagem do Dispositivo

Sabe-se que cada grão possui uma coloração específica visualmente perceptiva ao olho humano, com isso encontrou-se a dificuldade de fazer com que a câmera conseguisse enxergar as tonalidades (cor) dos grãos nas amostras utilizadas como referência. Para que se pudesse realizar a captura das imagens, foi desenvolvida e confeccionada uma Câmara fechada, conforme a figura 4, para que dessa forma a leitura dos grãos analisados não sofressem interferência da luz do ambiente.

Tem-se a câmera (Raspberry PI v2) na parte superior da câmara, uma bandeja onde os grãos irão ser depositados para análise e uma placa Raspberry PI próximo à câmera. A Câmera é posicionada 8 cm acima da bandeja onde ficam os grãos para a análise.

Figura 4- Câmara para Captura das Imagens



Fonte: os autores

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho será utilizada uma metodologia de avaliação frequentemente empregada pela comunidade do Python para as amostragens.

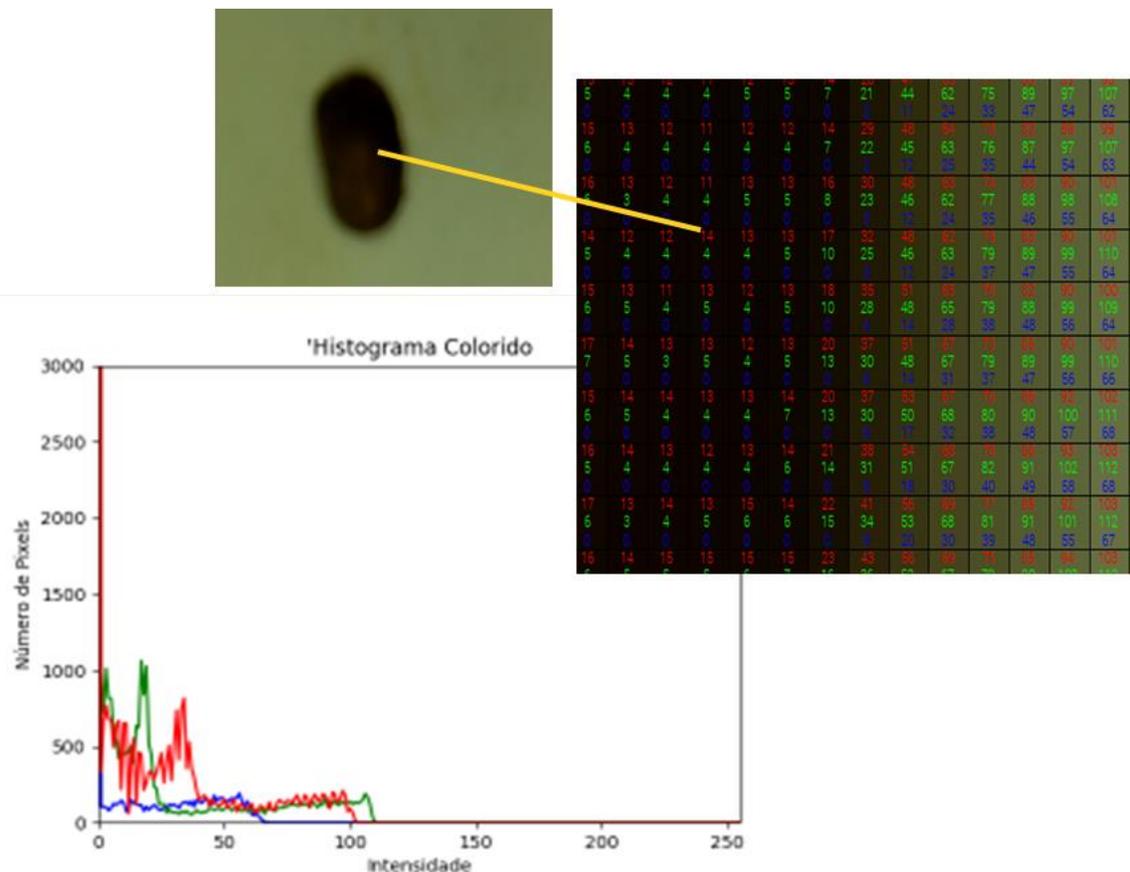
3.1. Aprendizado e Segmentação

Segundo ANTONELLO (2017) “Um histograma é um gráfico de colunas ou de linhas que representa a distribuição dos valores dos pixels de uma imagem, ou seja, a quantidade de pixels mais claros (próximos de 255) e a quantidade de pixels mais escuros (próximos de 0). O eixo X do gráfico normalmente possui uma distribuição de

0 a 255 que demonstra o valor (intensidade) do pixel e no eixo Y é plotada quantidade de pixels daquela intensidade.

Na etapa apresentada a seguir, foi feito um levantamento e a quantização do RGB dos grãos conforme mostrado na figura 5. A tabela 2 apresenta a faixa de valores RGB para cada tipo de grão PVA de referência.

Figura 5- Aplicação de RGB para PVA



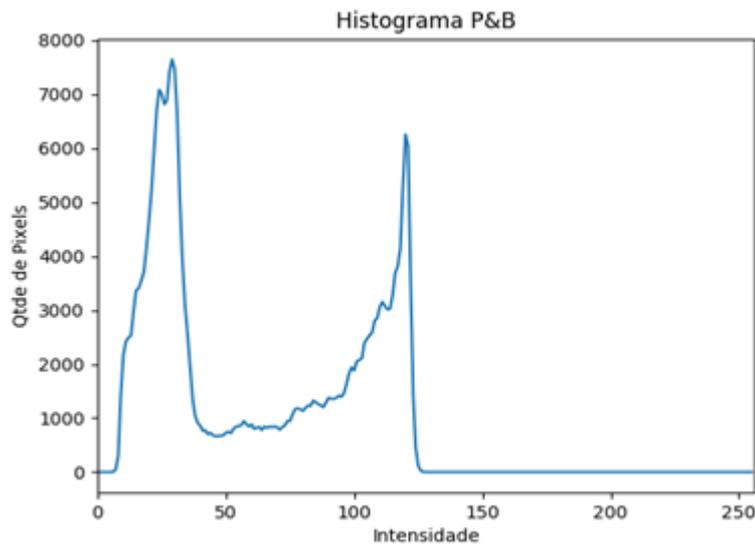
Fonte: Os autores

Tabela 2 - NIVEIS RGB REFERÊNCIA PARA CADA AMOSTRA

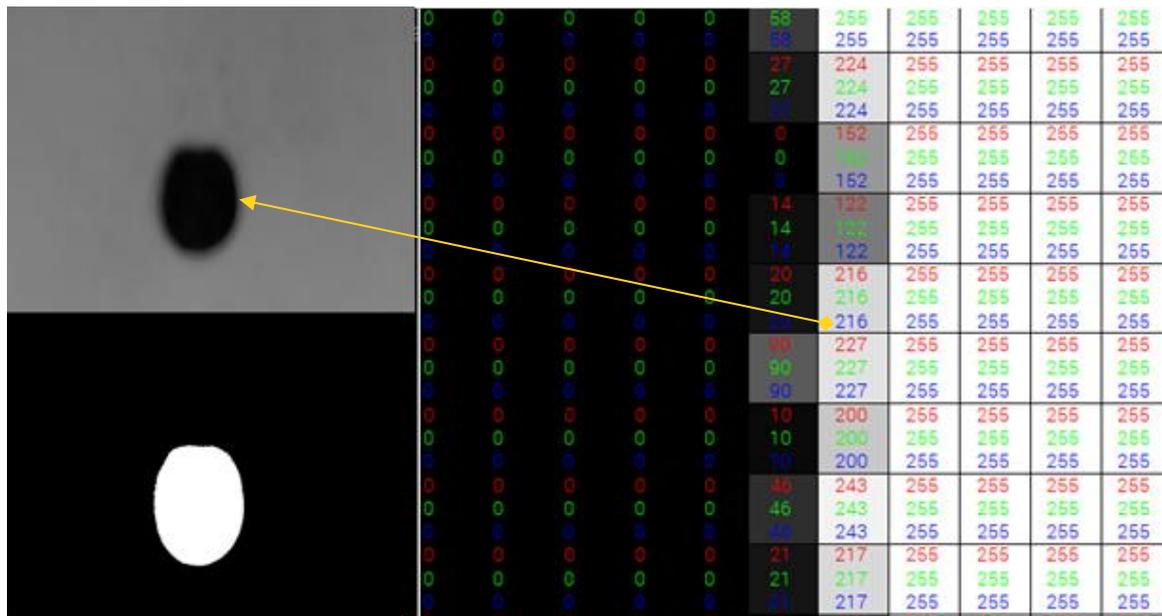
GRÃO		Vermelho (R)	Verde (G)	Azul (B)
PRETO	Máximo	63,238	61,550	24,706
	Mínimo	32,638	32,648	15,901
VERDE	Máximo	167,586	153,473	20,580
	Mínimo	92,674	85,083	12,070
ARDIDO	Máximo	121,286	82,930	24,261
	Mínimo	71,565	48,843	14,064

A figura 6 apresenta o exemplo da medição do padrão de um grão ardido. Já a figura 7 apresenta o reconhecimento do padrão preto pelo sistema desenvolvido.

Figura 6 - Gráfico Histograma Preto e Branco em tons de cinza no grão ardido (a). Imagem Preto e Branco em tons de cinza no grão ardido com adição de binarização da imagem (b).



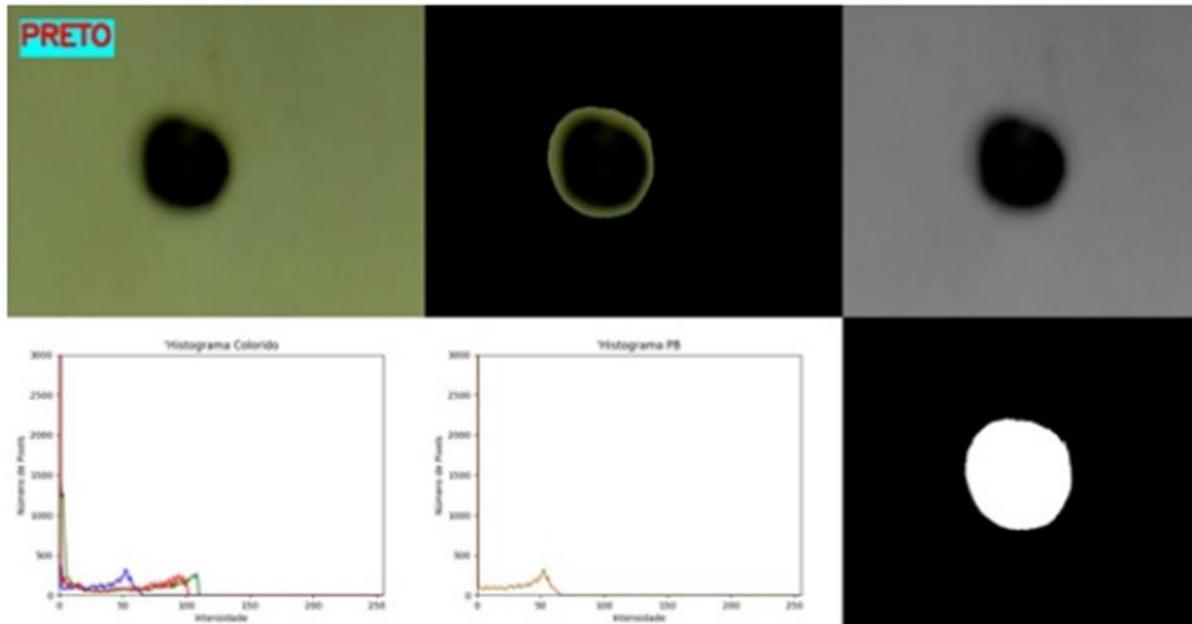
(a)



(b)

Fonte: Os autores

Figura 7 – Reconhecimento Grão Preto



Fonte: os autores

No sistema desenvolvido neste trabalho, os níveis de RGB de cada pixel são exibidos em tempo real, ou seja, é possível chegar a um valor padrão de RGB de cada grão amostrado. Para os resultados obtidos com o dispositivo em seu estado final foram realizados vários testes de reconhecimento dos grãos, com a finalidade de avaliar e demonstrar seu desempenho e foi criada para demonstração a tabela 3, a seguir. O programa analisou 160 grãos verdes, 92 grãos ardidos e 90 grãos pretos, por cerca de 8 segundos cada grão. Nota-se uma maior porcentagem de acertos para os grãos classificados como tipo “VERDE” e menor porcentagem de acertos para os grãos classificados como tipo “ARDIDO”. Isso se dá pela baixa diferença de contraste gerada do RGB. Ainda assim, a média de acertos do total de amostras ficou em 85.4%.

TABELA 3 – QUANTIDADE DE ACERTOS E ERROS EM PVA

Tipo de Grão	Quantidade Testada	Acertos	Acertos (%)	Erros	Erros (%)
PRETO	90	74	82.22%	16	17.78%
VERDE	160	155	96.88%	5	3.13%
ARDIDO	92	63	68.48%	29	31.52%
TOTAL	342	292	85.38%	50	14.62%

No sistema desenvolvido, foi possível identificar com clareza que a resolução do monitor utilizado tem influência direta no comportamento do dispositivo, pois quanto maior a resolução, maior será o número de pixels para realizar os níveis de RGB, podendo ocorrer erro no reconhecimento. No entanto, ainda existe a possibilidade de realização de melhorias, para que ainda mais a classificação dos grãos ocorra de forma ainda mais precisa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de construir um classificador de grãos de café (PVA) por imagem foi alcançado.

Sabe-se que cada grão possui uma coloração específica visualmente perceptiva ao olho humano, com isso encontrou-se a dificuldade de fazer com que a câmera conseguisse enxergar as tonalidades (cor) dos grãos das amostras utilizadas como referência. Foi necessário a criação uma câmara para que, dessa forma, a leitura dos grãos analisados não sofresse interferência da luz do ambiente. A distância da câmera para os grãos também influenciava na leitura dos valores RGB e foi definida experimentalmente.

Foi possível identificar com clareza que a resolução do monitor utilizado tem influência direta no comportamento do dispositivo, pois quanto maior a resolução, maior o número de pixels para realizar os níveis de RGB, podendo ocorrer erro no reconhecimento. No entanto, ainda existe a possibilidade de realização de melhorias para que a classificação dos grãos ocorra de forma ainda mais precisa.

REFERÊNCIAS

ANTONELLO, R. **Introdução a Visão Computacional com Python e OpenCV**. 2017. Disponível em: <https://cv.antonello.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Livro-Introdução-a-Visão-Computacional-com-Python-e-OpenCV-3.pdf>. Acesso em: 04/11/2019.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **FUNDAMENTOS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**. 1. ed. [S.I.]: BLUCHER, 2000. 509 p. OYAMA, P. I. de C. **Método para a classificação de café em grãos por imagens digitais pelo uso de atributos selecionados de morfologia, cor e textura**. 2014. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência, Programa de Engenharia Elétrica) — Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Departamento de Engenharia Elétrica.

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18152/tde-22082014-164857/publico/Pedro.pdf>. Acesso em: 05/04/2019.

SANTOS, A. M. **Segmentação Adaptativa Baseada em Histogramas de Imagens Sanguíneas**. 2012. 57 p. Monografia (Engenharia de Computação) — Escola Politécnica de Pernambuco - Universidade de Pernambuco.

SJOGELID, S. **Raspberry PI for Secret Agents**. 2013.

THOMAZIELLO, R. A. **A Classificação do Café**. 2014. Disponível em: <https://revistacafeicultura.com.br/?mat=55115>. Acesso em: 20/05/2019.

TRINDADE, F. H. V. **ESTUDO DE TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA AUXÍLIO À ACESSIBILIDADE**. 2018. PDF. Disponível em: <http://editoracriacao.com.br/wp-content/uploads/2015/12/ebookESWTUDOSFERNANDO-1.pdf>. Acesso em: 13/10/2019.

DA SILVA, F. O.; DOS SANTOS, W. A. **Classificador de grãos de café (PVA) por imagem**. 2019. 49 f. TCC (Tecnologia em Automação Industrial) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Cubatão, 2019.