



BACHARELADO EM AGRONOMIA

SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA COLORAÇÃO DE PRODUTOS HORTÍCOLAS

Wallace Veríssimo Nascimento

MORRINHOS-GO

2020

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA
COLORAÇÃO DE PRODUTOS HORTÍCOLAS

WALLACE VERÍSSIMO NASCIMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clarice Aparecida Megguer

MORRINHOS – GO

Setembro/2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

N244s Nascimento, Wallace Verissimo.
Software para determinação da coloração de produtos hortícolas/
Wallace Verissimo Nascimento. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2020.
13 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano
Campus Morrinhos, Curso de Agronomia, 2020.

1. Aplicativo. 2. Colheita. 3. Cielab. 4. Maturação. 5. Colorímetro. I.
Clarice Aparecida Megguer. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Wallace Verissimo Nascimento

Matrícula: 2016104220210286

Título do Trabalho: SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA COLORAÇÃO DE PRODUTOS HORTÍCOLAS

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 06/10/2020

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, GO, 05 de Outubro de 2020.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos **29** dias do mês de **setembro** do ano **2020** reuniram-se via GoogleMeet (meet.google.com/uom-zjzb-uo) a Banca de Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso composta pela **Dr^a. Clarice Aparecida Megguer, M.Sc. Ana Carolina Lima Ribeiro e Esp. Rosyane Costa Cavalcante**, sob a presidência do primeiro, para avaliar o Trabalho de Curso do discente **Wallace Veríssimo Nascimento** intitulado **SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA COLORAÇÃO DE PRODUTOS HORTÍCOLAS**, requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELADO EM AGRONOMIA. Ao iniciar os trabalhos, o presidente da Banca Avaliadora cedeu o tempo regulamentar para que o discente fizesse a apresentação do seu trabalho, sendo seguido pela arguição dos Membros da Banca de Avaliação. Concluídas estas etapas, o trabalho foi considerado:

X	Aprovado.
	Aprovado com Ressalvas ¹ .
	Reprovado.

Nota	9,0
-------------	------------

Observações:

Membros da Banca:

Prof. Dr^a. Clarice Aparecida Megguer	<i>Clarice Megguer</i>
M.Sc. Ana Carolina Lima Ribeiro	<i>Ana Carolina de Lima Ribeiro</i>
Esp. Rosyane Costa Cavalcante	<i>Rosyane Costa Cavalcante</i>

Nome do Candidato: Wallace Veríssimo Nascimento

Wallace Veríssimo Nascimento

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela inteligência, pela força de seguir, e por me guiar nesse caminho. Ao Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos que dispôs de toda estrutura ao longo do percurso acadêmico. À toda minha família em nome dos meus pais Valdeir e Adriana, e através deles agradeço a todos meus avós, tios e primos. Agradeço em especial à minha namorada Estéfani, que me apoiou nos momentos difíceis, e comemorou comigo nos momentos de conquistas. Às amigas que fiz ao longo desse tempo Ygor, Rhayf, Ana Carolina, Murilo, Ítalo, Leilisângela e Iara, amigos esses que foram essenciais nessa fase e pretendo levar vida a fora. À minha professora e orientadora Professora Dr^a Clarice Megguer que me acolheu como orientado, me ajudou e esteve como parceira desde 2017 se tornando um exemplo de profissional e uma grande amizade. Ao professor MSc. Luciano Carlos e ao seu orientado Rharison Lucas que foram presentes nesse trabalho com toda a parte de programação e informática. À toda equipe do Laboratório de Fisiologia e Vegetal e Pós Colheita que esteve presente nesse e em outros trabalhos.

Muito Obrigado!

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusão	10
Referências	13

Resumo

Os softwares para determinar o ponto de colheita em hortaliças são incipientes, mas o uso de colorímetro já possui grande expressão, porém os equipamentos disponíveis no mercado estão limitados às instituições de pesquisa ou grandes empresas devido ao elevado custo. Objetivou-se com esse trabalho desenvolver um aplicativo para smartphone que permita ao produtor, agrônomos, professores e pesquisadores acesso a um sistema que identifique o ponto de colheita de produtos hortícolas. Para validar o método, 400 frutos de tomate foram colhidos em diferentes estádios de maturação e determinada a cor da epiderme utilizando um colorímetro. Em seguida os frutos foram fotografados e as imagens utilizadas para o desenvolvimento de um aplicativo compatível com o sistema operacional Android. O aplicativo foi instalado no celular e novas leituras foram realizadas em frutos de tomate e ao se comparar com métodos pré-existentes obteve-se uma confiabilidade dos dados superior a 85%.

Palavras-chave: Colorímetro; CIELAB; colheita; aplicativo; índice de maturação.

Abstract

The software to determine the harvest point in vegetables is incipient, but the use of a colorimeter is already very important, but the equipment available on the market is limited to research institutions or large companies due to the high cost. The objective of this work was to develop a mobile application that allows producers, agronomists, teachers and researchers to access a system that identifies the point of harvest of vegetables. To validate the method, 400 tomato fruits were harvested at different stages of maturation and the color of the epidermis was determined using a colorimeter. Then the fruits were photographed and the images used for the development of an application compatible with the Android operating system. The application was installed on the cell phone, new readings were taken on tomato fruits, and when comparing with pre-existing methods, data reliability greater than 85% was obtained.

Keywords: Colorimeter; CIELAB, harvest, app, maturation index.

Introdução

A qualidade de produtos hortícolas durante o armazenamento está diretamente relacionada às características físico-químicas no momento da colheita. Dentre os índices de maturação empregados para definir esse ponto de colheita, o mais simples e mais usualmente usado é a cor da epiderme. Para a determinação da cor em frutos pode se utilizar do equipamento chamado colorímetro que faz a leitura das coordenadas de cor através de um feixe de luz (AMARANTE et al., 2008) e também por método subjetivo, onde se utiliza escalas de cor.

A utilização de colorímetros para determinar cor de frutos tem sido bastante empregada, mas aplicativos que tenham essa mesma função ainda são poucos conhecidos. Atualmente o uso de dispositivos móveis no agronegócio tem se intensificado, especialmente por fornecer ao usuário conectividade e mobilidade para os profissionais do campo a baixo custo e quase que instantaneamente (PONGNUMKUL et al., 2015).

Os usos dos aparelhos celulares modernos podem ser efetivamente inseridos em diversas etapas de todo o ciclo de cultivo, de uma ponta a outra do processo, tornando informações precisas altamente disponíveis, seja para análise no local, para análises históricas ou tomadas de decisões (BURGGER, 2011).

Dessa forma objetivou-se validar o método para analisar a cor do fruto utilizando de um aplicativo de smartphone para determinar o ponto de colheita por colorimetria, através de métodos pré-existentes buscando nesse sistema uma confiabilidade de 85%, assim se torna uma alternativa que facilita a identificação do ponto ideal de colheita e diminua os erros advindos da avaliação subjetiva utilizada por pequenos produtores.

Material e Métodos

Para a validação do software foi utilizado a cultura do tomate devido sua importância econômica e social na região de Morrinhos-GO, os frutos foram colhidos em áreas comerciais do município em diferentes estádios de maturação, e submetidos a determinação de cor utilizando um colorímetro Hunter Lab Color Quest XE, disponibilizado junto ao Laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (Figura 1).



Figura 1. Colorímetro Hunter Lab Color Quest XE (NASCIMENTO, W.V.)

Foram feitas inicialmente 80 leituras em cada um dos cinco estádios diferentes de maturação (Figura 2), separados em vermelho (VM), alaranjado (AL), amarelo (AM), verde-amarelo (VDA) e verde (VD), totalizando 400 frutos para a validação do software.



Figura 2. Coleta de frutos de tomates em cinco diferentes estádios de maturação. (NASCIMENTO. W.V.);

Após validação do software e devidamente instalado no smartphone, foram realizadas 30 leituras (5 estádios de cor e 6 repetições) em novos frutos de tomates no colorímetro e no software já instalado em celular com sistema operacional Android. Para caracterizar a qualidade dos frutos de tomate nos diferentes estádios de desenvolvimento foram feitas análises físico-químicas: a) firmeza de polpa: determinada pelo método do aplanador e os valores expressos em Newton; b) teores de sólidos solúveis (SS): foram determinados a partir de amostras de suco extraído de um tomate, por meio de uma centrífuga de frutas e adicionadas sob um prisma de refratômetro digital, expresso em °Brix; c) acidez dos tomates foi determinada por titulometria de neutralização com NaOH (0,1 N) até atingir pH 8,2 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); d) o pH das amostras foi determinado pelo método potenciométrico.

O aplicativo nomeado de ColorFruit® tem interface simples onde permite ao usuário tirar uma foto instantaneamente, ou utilizar de uma foto já existente na galeria. Ele converte as cores da foto RGB nas coordenadas a^* , b^* , L^* e já calcula o H^* , entregando os resultados de maneira imediata (Figura 3).

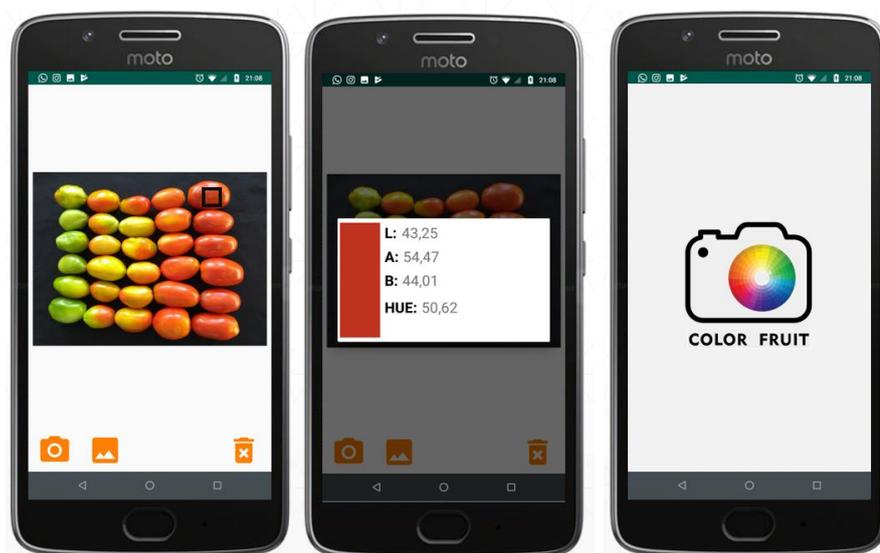


Figura 3 – Interface, resultados e logotipo do app.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,05$). Para verificar a correlação entre as variáveis analisadas em cada estádio de maturação foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson.

Resultados e Discussão

A coloração dos frutos de tomate nos diferentes estádios de desenvolvimento foi determinada em colorímetro num espaço chamado CIELAB, que fornece os parâmetros L^* , a^* e b^* , valores esses que permitem obter os parâmetros tonalidade (h^*) e croma (C^*). O parâmetro a^* fornece a intensidade da cor vermelha do fruto de tomate e o seu grau de amadurecimento (AHMED et al., 2011). De maneira geral, valores positivos de a^* indicam cor vermelha e negativo a cor verde. A coordenada b^* refere-se à cor amarela quando positivo, se negativo é voltada para a cor azul. O L^* indica luminosidade (CARNEIRO, 2010). O parâmetro h^* ou ângulo hue refere-se a qualidade da cor, quanto a tonalidade desta, enquanto o C^* refere-se à saturação, intensidade, vivacidade, pureza, cromaticidade e profundidade (RÉGULA, 2004).

Não foram observadas diferenças significativas entre os valores de ângulo hue obtidos pelo colorímetro e pelo aplicativo, representando a precisão do sistema em relação ao colorímetro (Figura 4).

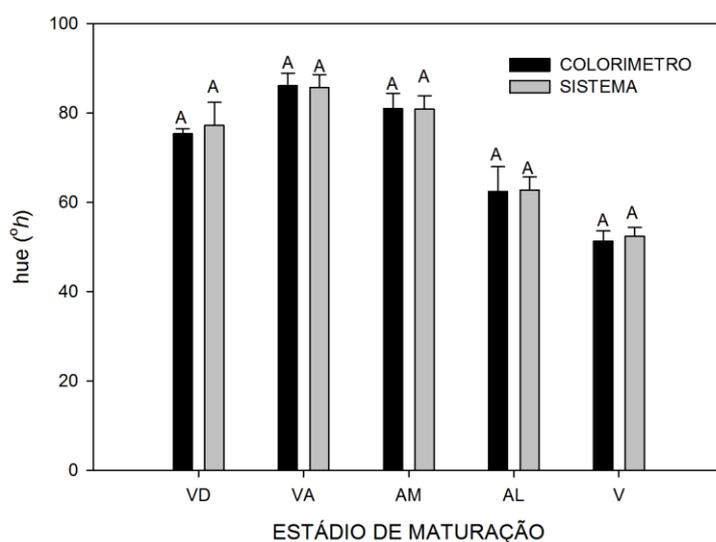


Figura 4. Coloração da epiderme (ângulo hue) de frutos de tomate obtida por meio de colorímetro e sistema CIELAB. As médias foram comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,05$).

Tomando os valores de ângulo hue como referência, para a cultura do tomate, pode-se observar que quanto maior o valor de Hue, mais verde se encontra o fruto, assim poderíamos determinar o ponto ideal de colheita. No caso do tomate para processamento

industrial, verificou-se que os valores de ângulo hue entre 60 e 50 representam uma variação da coloração entre alaranjado e vermelho e seriam ideais para o momento da colheita.

O coeficiente de correlação para os parâmetros adquiridos em cada estágio de maturação via colorímetro e aplicativo, indicam uma forte correlação do ângulo hue entre os sistemas empregados para determinar a coloração dos frutos (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de correlação para as variáveis analisadas em cada estágio de maturação.

<i>ESTÁDIO DE MATURAÇÃO</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>Hue (°h)</i>
<i>Alaranjado</i>	0,08	0,65	0,30	0,93
<i>Vermelho</i>	0,03	0,69	0,21	0,89
<i>Amarelo</i>	0,67	0,73	-0,12	0,45
<i>Verde</i>	0,62	0,75	0,36	0,76
<i>Verde-Amarelo</i>	0,53	0,48	0,49	0,67

Os teores de acidez titulável, firmeza e ângulo hue reduzem com o amadurecimento dos frutos e os teores de °Brix são maiores quando frutos são colhidos em estágio de maturação intermediário, mas não foram observadas correlações entre as características físico-químicas e o ângulo hue.

Conclusão

O aplicativo possui uma alta confiabilidade, superior a 85%. O sistema android desenvolvido nesse trabalho é uma alternativa de baixo custo para a cadeia produtiva de olerícolas, além de fornecer uma resposta imediata à campo o que permite ao produtor ter uma tomada de decisão in loco sobre o ponto ideal de colheita.

Referências

- AHMED, L.; MARTIN-DIANA, A. B.; RICO, D.; et al. Quality and nutritional status of fresh-cut tomato as affected by spraying of delactosed whey permeate compared to industrial washing treatment. *Food and bioprocess technology*, New York, v. 5, n. 8, p. 1-12, 2011.
- AMARANTE, C. V. T.; BISOGNIN, D. A.; STEFFENS, C. A.; et al. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n. 4, p. 471-475, 2008.
- BRUGGER, Fritz. Mobile applications in agriculture. Syngenta Foundation, p. 1-38, 2011.
- CARNEIRO, J. Análise da reflectância de argamassas. Relatório Técnico. Braga: Universidade do Minho, 2010. 7p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020.
- PONGNUMKUL, Suporn; CHAOVALIT, Pimwadee; SURASVADI, Navaporn. Applications of smartphone-based sensors in agriculture: a systematic review of research. **Journal of Sensors**, v. 2015, 2015.
- RÉGULA, L. M. Padrões virtuais e tolerâncias colorimétricas no controle instrumental das cores. 2004. 223 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia para a Qualidade Industrial)-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.