



**FELIPE DE CARVALHO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE MATURAÇÃO DE AZEITONAS USANDO  
IMAGENS DIGITAIS**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**FELIPE DE CARVALHO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE MATURAÇÃO DE AZEITONAS USANDO  
IMAGENS DIGITAIS**

**DETERMINING THE OLIVE MATURATION INDEX USING DIGITAL IMAGES**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

**Orientador**

Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes

**Coorientadora**

Amanda Carolina Souza Andrada Anconi

**LAVRAS – MG**

**2021**

**FELIPE DE CARVALHO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE MATURAÇÃO DE AZEITONAS USANDO  
IMAGENS DIGITAIS**

**DETERMINING THE OLIVE MATURATION INDEX USING DIGITAL IMAGES**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em 22 de novembro de 2021.

ANA CARLA MARQUES PINHEIRO

CLEITON ANTÔNIO NUNES

THAÍS CRISTINA LIMA DE CARVALHO

**Orientador**

Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes

**Coorientadora**

Amanda Carolina Souza Andrada Anconi

**LAVRAS – MG**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por permitir a conclusão chegar até aqui.

Aos meus pais, Juliana Aparecida Barbosa de Carvalho e Vanderlei de Carvalho, obrigado por sempre acreditarem em mim e por todo suporte necessário.

À minha irmã, Thaiany Monique de Carvalho, por todo carinho e suporte necessário.

Aos meus avós, tios e tias, primos e primas e a todos familiares pelo apoio.

Aos amigos que conquistei durante estes anos, pela paciência e atenção, em especial ao Hélio, Humberto e Amanda por estarem presentes em vários momentos tornando-os mais agradáveis.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de concluir esta graduação.

Ao meu orientador, Cleiton Antônio Nunes, pela oportunidade, disponibilidade e apoio.

À minha coorientadora, Amanda Carolina Souza Andrada Anconi, pela atenção e paciência.

As instituições FAPEMIG, CNPq E CAPES pelo apoio.

Meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

A determinação do índice de maturação é fundamental para obtenção de azeitonas de mesa e azeites de oliva de boa qualidade. O método mais utilizado consiste na contagem individual dos frutos a partir da observação da cor da casca e da polpa, sendo trabalhoso, subjetivo e pouco preciso. Diante disso, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliar o desempenho de um método para determinar o nível de maturação de azeitonas utilizando imagens digitais. Foram utilizadas 192 imagens obtidas em olivais do Sul de Minas Gerais, em artigos científicos e livros disponíveis online. A classificação visual do índice de maturação foi realizada por dois analistas e usada como método de referência. Foram testados dois algoritmos: um que sequênciava a imagem pixel a pixel e outro que sequencia por blocos de pixel, para o qual foi avaliada a influência do número de divisões da imagem. Foi avaliada, ainda, a influência de variações de brilho e contraste em  $\pm 10\%$ . Os índices de maturação obtidos para as amostras foram equivalentes àqueles obtidos usando o método visual. O número de divisões afetou pouco o índice de maturação, assim como as variações de brilho e contraste. Portanto, a determinação do índice de maturação de azeitonas usando imagens digitais se mostrou viável, sendo um método rápido e menos insensível à subjetividade do analista.

Palavras-chave: **Oliva. Olea europea. Oliveira. Foto. Pixel.**

## ABSTRACT

Determining the maturation index is essential for obtaining good quality table olives and olive oils. The most used method consists of counting the individual fruits based on the skin and pulp color observation, being laborious, subjective, and not very precise. Therefore, this work aimed to develop and evaluate the performance of a method to determine the level of maturation of olives using digital images. One hundred ninety-two images obtained in olive groves in southern Minas Gerais, in scientific articles and online books were used. The visual classification of the maturation index was performed by two analysts and used as a reference method. Two algorithms were tested: one that sequences the image pixel by pixel and another that sequence by pixel blocks, for which the influence of the number of image divisions was evaluated. The influence of variations in brightness and contrast of  $\pm 10\%$  was also evaluated. The maturation indexes obtained for the samples were equivalent to those obtained using the visual method. The number of divisions had little effect on the maturation index, as did variations in brightness and contrast. Therefore, the determination of the olive maturation index using digital images proved viable, being a quick method and insensitive to the analyst's subjectivity.

**Keywords: Olive. Olea europea. Olive tree. Photograph. Pixel.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Importações Brasileiras de azeitonas de 2010 a 2019. ....	3
Figura 2 - Escala de classificação das cores presentes na casca e polpa das azeitonas, para determinação do IM.....	7
Figura 3 - Coloração das azeitonas para definição do ponto de colheita .....	8
Figura 4 - Colheita da azeitona.....	9
Figura 5 - Colheita mecanizada de azeitonas .....	9
Figura 6 - Cubo de cores primárias .....	12
Figura 7 - Exemplos de imagens que foram analisadas .....	13

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físicos da azeitona .....	5
Tabela 2 - Características composicionais e índice de maturação de azeitonas irrigadas processadas .....	6
Tabela 3 - Porcentagem de azeitonas classificadas em cada nível de maturação obtidas pelos algoritmos OLIVINDEX e OLIVINDEX2 e pela análise visual das imagens.....	17
Tabela 4 - Índice de maturação (IMs) dados por OLIVINDEX (nd =100) e OLIVINDEX2 para imagens com variações de $\pm 10$ % no brilho e $\pm 10$ % no contraste .....	18
Tabela 5 - Comparação entre a média dos Índices de Maturação (IMs) determinados visualmente e usando os algoritmos .....	19

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. A azeitona.....	2
2.2. Importância econômica da azeitona .....	2
2.3. Cultivares da azeitona.....	4
2.4. Características físicas da azeitona .....	4
2.5. Composição e aspectos nutricionais .....	5
2.6. Determinação do índice de maturação em azeitonas.....	7
2.7. Colheita e processamento das azeitonas.....	8
2.8. Avaliação da maturação de azeitonas usando imagens digitais .....	10
2.9. Processamento de imagens digitais .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Coleta e edição de imagens de azeitonas.....	13
3.2. Classificação visual .....	13
3.3. Desenvolvimento dos algoritmos .....	14
3.4. Testes de influência do número de divisões para formação de blocos de pixels e das variações de brilho ( $\pm 10\%$ ) e contraste ( $\pm 10\%$ ). .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial em commodities agrícolas, como açúcar, etanol, soja, café, laranjas, aves e carne bovina, mas é um grande importador de azeitonas e azeite de oliva. Em 2019, noventa toneladas de azeite foram consumidas no país, colocando-o na oitava posição mundial de consumo (OLIVE OIL TIMES, 2019). Nos últimos anos, diversos esforços têm sido realizados com o intuito de viabilizar e expandir o cultivo de oliveiras no Brasil. Os estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul tiveram resultados positivos do ponto de vista propagativo e técnico (BORGES, 2018).

Considerando a produção de azeitonas, o índice de maturação é um parâmetro importante, uma vez que pode determinar estado físico-químico do fruto. Com isso, a depender do que será produzido, pode-se determinar pela colheita ou não das azeitonas. Portanto, sua medição é importante para obtenção de azeitonas e azeites com parâmetros de qualidade definidos.

O método mais usado para a determinação do índice de maturação (IM) é baseado na inspeção visual das cores da pele e da polpa das azeitonas. A avaliação precisa e rápida da maturação representa, indubitavelmente, uma das questões mais críticas na indústria alimentícia, em virtude do tempo exigido neste processo (CARVALHO, 2015). Segundo Carvalho (2015), o alto custo dessas tecnologias representa um obstáculo para o setor, pois não está ao alcance de pequenas e médias empresas. Então, sistemas de baixo custo podem representar um diferencial na balança da competitividade desse exigente mercado.

É relatado que características químicas dos frutos podem ser determinadas por imagens digitais com métodos validados de regressão multidimensional que geram escalas de cores perfeitamente adequadas ao processo de maturação (AVILA et al., 2015). Muitas técnicas de imagem permitem a extração de informações químicas (GELADI; ESBENSEN, 1989).

Neste trabalho, um algoritmo de baixo custo computacional para classificação do nível de maturação de azeitonas a partir de imagens digitais foi desenvolvido e seu desempenho avaliado na estimativa do índice de maturação, com a finalidade de facilitar as atividades dos produtores antes da colheita.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A azeitona

A azeitona é fruto da oliveira (*Olea europaea* L.), uma espécie vegetal arbórea da família botânica *Olaceae*, composta por mais de 20 gêneros, sendo originária do sul do Cáucaso (Irã, Síria e Palestina) (TEJERO; ROSA, 2020).

O desenvolvimento dos frutos da oliveira é iniciado pelo período de floração e dura de seis a oito meses, até que a azeitona alcance o seu peso máximo (COBO et al., 1998). O período da maturação ocorre desde a mudança da cor externa do fruto, com o aparecimento das primeiras manchas de coloração violeta na epiderme, até a coloração preto-violácea em toda a epiderme (GONÇALVES, 2014).

Para obtenção de azeites de alta qualidade, as azeitonas devem ser colhidas no momento ótimo de maturação, quando os frutos apresentam a máxima quantidade de óleo e características específicas para cada tipo de azeite (BELTRÁN et al., 2004).

Assim, a determinação da data de colheita com base na avaliação da evolução da maturação da azeitona é fundamental para garantir a qualidade do produto final (CORDEIRO et al., 2016). Para se obter azeites com sabor mais ácido, deve-se colher azeitonas mais verdes e para ter um produto com sabor mais doce ou frutado, o fruto deve ser colhido mais maduro (CARPENTER; LYON; HASDELL, 2021).

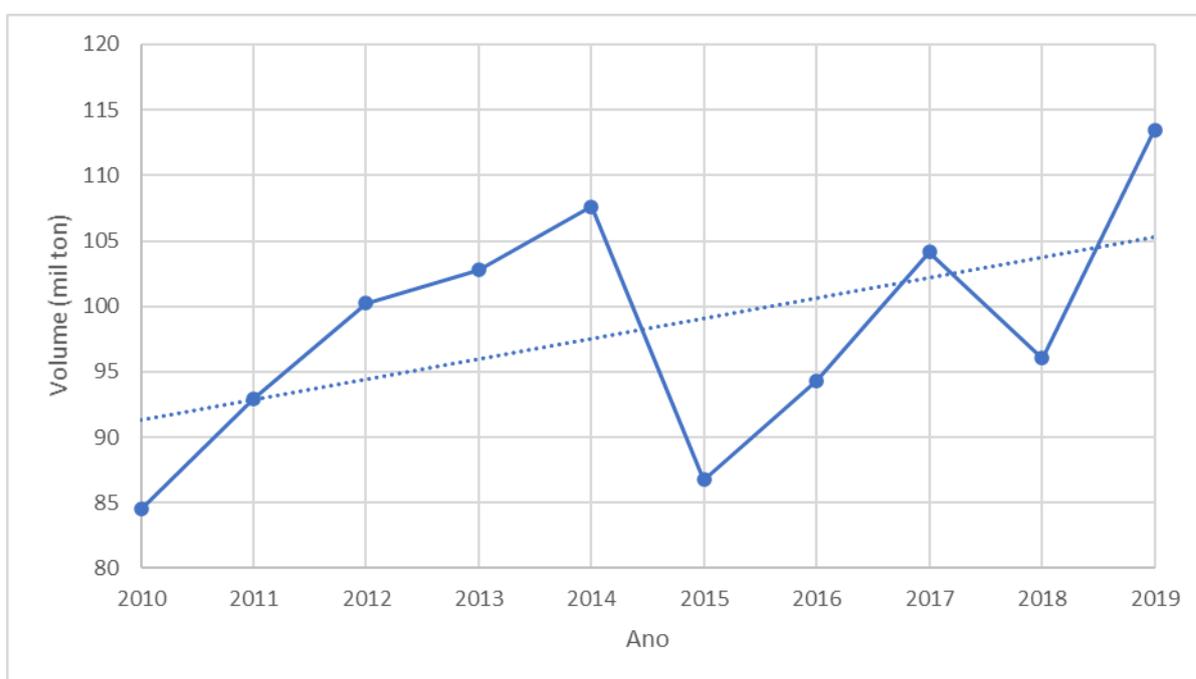
### 2.2. Importância econômica da azeitona

Segundo a International Olive Oil (2021), oito mercados juntos representam cerca de 81% das importações de azeites e azeites virgens em todo mundo: os Estados Unidos com 36%, A União Europeia com 15%, o Brasil com 8%, o Japão com 7%, O Canadá com 5 %, a China com 4%, Austrália com 3% e Rússia com 3%, atingindo uma soma de mais de 526 mil toneladas de azeites nos primeiros meses da safra 2020/2021, com um aumento de 4,9% em relação ao mesmo período da safra anterior.

Na Austrália, as importações aumentaram 19,2%, nos Estados Unidos 12,3% e no Brasil 1,2% na safra atual (2020/2021) em relação à safra anterior. Estas, vieram principalmente da Tunísia, situada na costa mediterrânea do norte da África, seguido da Espanha, Itália, Portugal, entre outros (INTERNATIONAL OLIVE OIL, 2021).

Segundo a COMEXSTAT (2020), as importações brasileiras de azeitona passaram de 84,5 mil toneladas em 2010 para 113,4 mil toneladas em 2019, como mostra a Figura 1. O preço médio das azeitonas no mercado exterior, em 2019, foi de US\$ 0,88 por tonelada (BELARMINO et al., 2020).

Figura 1 - Importações Brasileiras de azeitonas de 2010 a 2019.



Fonte: COMEXSTAT (2020).

O desenvolvimento do mercado interno é de grande importância devido à alta taxa de importação do fruto. Medidas governamentais efetivas com subsídios e linhas de financiamento aos produtores, incentivo a pesquisa, dentre outras, devem ser implementadas para garantir maior produção no país.

### **2.3. Cultivares da azeitona**

É estimado pelo Conselho Oleícola Internacional que 85 % da produção mundial de azeitona são cultivadas em 23 países com 139 cultivares diferentes. Cada cultivar tem propriedades químicas e sensoriais diferentes. Os azeites podem ser feitos de uma única variedade, que é chamado azeite monocultivar, ou com duas ou mais cultivares, que recebem o nome de blend (OLIVE OIL TIMES, 2020).

Um terço da produção mundial de azeite vem de azeitonas Picual, variedade que apresenta alto teor de polifenóis. As cultivares Leccino, Frantoio e Coratina são as mais comuns na Itália, enquanto na Grécia, a principal cultivar é a Koroneiki, que possui um alto teor de polifenóis e oleocantais, o que confere aos azeites um sabor amargo e intenso. A Cobrançosa, cultivar popular em Portugal, tem uma árvore de grande produtividade, com frutos de tamanho médio e azeite com um sabor intenso a picante e amargo distinto e intenso (OLIVE OIL TIMES, 2020).

A Arbequina tem origem espanhola e um azeite com sensorial fresco e frutado, com notas de alcachofra e tomate é obtido a partir desta cultivar, que é muito usada no Brasil devido à facilidade de adaptação ao solo e clima local (CALDERÓN, 2009). A Arbosana, outra cultivar de origem espanhola que se adaptou bem ao Brasil, é altamente produtiva e seu azeite é médio frutado, com amargor leve (OLIVAPEDIA, 2018).

O Banco de Germoplasma da fazenda experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) em Maria da Fé, sul de Minas Gerais, tem trabalhado intensamente no desenvolvimento de cultivares nacionais mais adaptadas ao clima do Estado e com boa produtividade. Segundo Silva et al. (2012), cultivares MGS ASC315 e MGS JB1, apresentaram bom desempenho, com produção por planta acima de 10,00 kg.

### **2.4. Características físicas da azeitona**

A azeitona após fermentação apresenta pH de aproximadamente 4,5 com acidez inferior a 0,6 % (HUTKINS, 2006). Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros físicos da azeitona de mesa Cobrançosa mista e verde, obtidos após 225 dias de fermentação natural (PRATA, 2015).

Tabela 1 - Parâmetros físicos da azeitona

<b>Parâmetro</b>	<b>Azeitona mista</b>	<b>Azeitona verde</b>
L	28,26 ± 3,32	38,15 ± 0,00
a*	3,50 ± 0,88	2,15 ± 0,00
b*	4,72 ± 2,89	6,89 ± 0,00
-(a*/b*)	-1,09 ± 2,27	-0,36 ± 0,11
Dureza (g)	244,00 ± 102,10	353,75 ± 33,44
Firmeza (N/Kg)	2566,62 ± 1032,16	3455,68 ± 831,90

Fonte: PRATA (2015).

Valores positivos do parâmetro a\* indicam proximidade da cor vermelho e valores negativos indicam proximidade da cor verde; valores positivos do parâmetro b\* indicam maior proximidade da cor amarelo, enquanto valores negativos indicam maior proximidade da cor azul (PATHARE et al., 2013).

Com base nos dados da Tabela 1 podemos afirmar que azeitonas com valores menores do parâmetro a\* têm maior firmeza e dureza. Esta interação entre o parâmetro a\* e a firmeza comprovam a relação de propriedades físicas com as cores, podendo ser estudo de uma análise que geraria parâmetros para determinação da firmeza através da análise do parâmetro a\* em imagens digitais.

## 2.5. Composição e aspectos nutricionais

Os compostos fenólicos protegem nosso organismo de doenças em que os radicais livres e microrganismos patogênicos estão envolvidos, sendo responsáveis pelas propriedades antioxidantes (CHAROENPRASERT e MITCHELL, 2012). A perda destes compostos fenólicos é um fator importante que pode ser causado pelos processos tecnológicos (MALHEIRO, 2010). De acordo com Prata (2015), as azeitonas de mesa com maior conteúdo em compostos fenólicos apresentam uma maior atividade antioxidante, que é medida pela concentração de extrato a que corresponde 50 % de inibição do radical livre *DPPH•* (*EC*<sub>50</sub>).

Estão descritos na Tabela 2 características composicionais e índice de maturação de azeitonas processadas. A composição do fruto varia de acordo com a cultivar, estágio de maturação, condições climáticas. Segundo Vidal et al. (2019), dentre as três cultivares, a Koroneiki sem irrigação apresentou a maior concentração de compostos fenólicos (994,76 mg/Kg).

Tabela 2 - Características composicionais e índice de maturação de azeitonas irrigadas processadas

<b>Cultivar</b>	<b>Índice de maturação (IM)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	<b>Sólidos (%)</b>
Arbequina	1,11	61,78 ± 0,43	15,13 ± 0,19	23,08 ± 0,47
Koroneiki	0,67	59,03 ± 0,40	16,25 ± 0,17	24,71 ± 0,53
Arbosana	0,58	62,80 ± 0,54	14,53 ± 0,30	22,67 ± 0,58

Fonte: Adaptado de VIDAL et al., 2019.

As Antocianinas são compostos responsáveis pela cor roxa da azeitona (OTHMAN et al., 2009) que se desenvolvem com o escurecimento dos frutos na medida em que os compostos fenólicos aumentam ligeiramente (BOSKOU et al., 2006). Estas moléculas são consideradas marcadores potentes para monitorar os estágios de maturação e a qualidade organoléptica dos frutos. A identificação dos genes de antocianina em cultivares de oliva e a análise de seu nível de expressão é importante para entender o escurecimento dos frutos e aumentar o conhecimento sobre essas moléculas antioxidantes (IARIA et al., 2016).

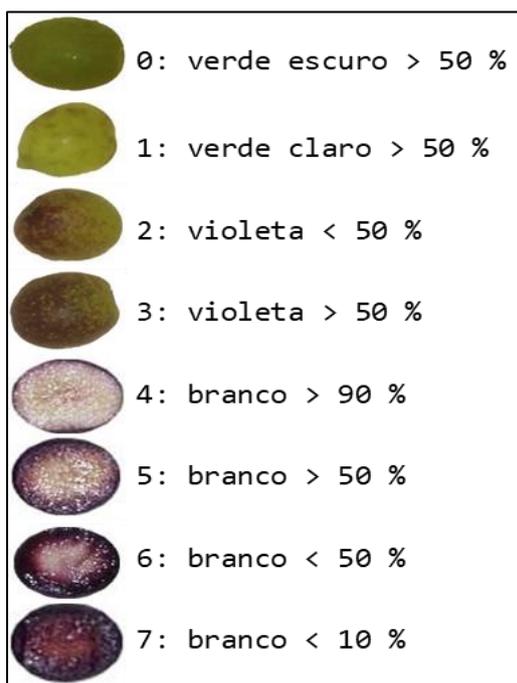
Segundo Youssef et al. (2009), durante o amadurecimento, ocorrem vários processos metabólicos nas azeitonas com variações na estrutura química e na concentração de alguns compostos como os pigmentos clorofila e carotenóide, além dos polifenóis e composição de ácidos graxos. Os pigmentos clorofilas e carotenóides estão envolvidos nos mecanismos de auto-oxidação e foto-oxidação e têm suas concentrações diminuídas acentuadamente durante o amadurecimento.

## 2.6. Determinação do índice de maturação em azeitonas

As azeitonas podem ser classificadas de forma visual pela comparação de sua coloração com uma escala de oito classes que variam de 0 a 7. 0: epiderme com coloração verde intensa; 1: epiderme com coloração verde clara ou amarelada; 2: epiderme com coloração verde clara ou amarelada, com manchas avermelhadas em menos da metade do fruto; 3: epiderme com coloração avermelhada ou violeta clara em mais da metade do fruto; 4: epiderme com coloração negra e polpa completamente branca ou verde; 5: epiderme com coloração negra e polpa com início de coloração violeta; 6: epiderme com coloração negra e metade ou mais da polpa com coloração violeta; 7: epiderme com coloração negra e polpa completamente violeta ou negra (BELTRÁN; UCEDA; HERMOSO, 2008). Este modelo foi adaptado e organizado em uma escala, apresentada na Figura 2.

O IM é então calculado pelo somatório da multiplicação do número de cada classe pela quantidade de azeitonas nessa classe, dividido pelo total de frutos analisados (BOSKOW, 1996). Embora seja um método útil, a baixa precisão decorrente da subjetividade do analista configura-se como uma importante desvantagem (DINIZ, 2020).

Figura 2 - Escala de classificação das cores presentes na casca e polpa das azeitonas, para determinação do IM



Fonte: Do autor, 2021.

De acordo com Gonçalves (2014), estimar o IM por meio de métodos matemáticos utilizando um sistema de cor acoplado à análise multivariada facilita todo o processamento para produtores, uma vez que é uma forma mais precisa e rápida de avaliação, além de ser simples e barata.

## 2.7. Colheita e processamento das azeitonas

A colheita e processamento das azeitonas são etapas extremamente decisivas para qualidade do azeite produzido. Azeitonas com coloração verde-palha normalmente são destinadas a conserva (mesa) e as de coloração arroxeadas e pretas são destinadas à extração de azeite, por possuírem maior concentração de polifenóis, uma característica importante e desejada em azeites (EPAMIG, 2008). Na Figura 3, são apresentadas as variações de coloração das azeitonas.

Figura 3 - Coloração das azeitonas para definição do ponto de colheita



Fonte: Gonçalves (2008).

A colheita pode ser feita de forma manual, semimecanizada com o uso de pente vibratório conforme representado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Colheita da azeitona



Fonte: Gonçalves (2008).

Nota: A, C e D – Colheita manual; B – Colheita com pente vibratório.

Figura 5 - Colheita mecanizada de azeitonas



Fonte: Gonçalves (2008).

Nota: A e B – Colheita mecanizada com vibrador; C e D – Colheitadora própria para azeitonas

Na colheita manual e na semimecanizada, após os frutos caírem sobre um pano estendido embaixo das árvores, estes são transferidos para caixas plásticas. A colheita

mecanizada é feita com máquinas que vibram, colhem, separam as folhas e acondicionam em caçambas, semelhante ao processo de colheita do café (BARRANCO et al., 2008).

Depois de colhidas, as azeitonas devem ser processadas em até 15 horas para que não exista grande influência dos processos naturais de oxidação e fermentação (WASCHBURGER, 2017). Para fabricação de azeite, podem ser processadas por prensagem e por centrifugação.

Após separação das folhas, lavagem das azeitonas, classificação e destinação da produção, quando esta for extração de azeite, os frutos são triturados com bloco de pedras, ou moinho de martelos ou disco dentados. A pasta então é prensada com tecidos compostos de fibras vegetais e filtrada, recolhendo-se o azeite. Pelo método de centrifugação, a pasta é decantada em tanques de inox e depois levada a centrífugas para separação do óleo e água e obtenção do azeite (BARRANCO, et Al., 2008).

Para produção de azeitonas de mesa, após a lavagem e classificação, os frutos seguem por etapas como tratamento com solução alcalina, fermentação, acondicionamento em salmoura, entre outras (HOJE EM DIA, 2019).

## **2.8. Avaliação da maturação de azeitonas usando imagens digitais**

Diante da expectativa de crescimento da produção de azeite de oliva no Brasil, é de extrema necessidade o desenvolvimento de metodologias mais eficientes, rápidas e precisas para a determinação do IM de azeitonas (ARAGÃO; LIMA; GODOY, 2020). Segundo Guzmán, Pierna e García-Mesa. (2015), para serem aceitas na indústria, tais metodologias devem ser de fácil utilização, baratas e confiáveis. Neste sentido, o processamento de imagem apresenta-se como uma alternativa.

O uso de imagens digitais para análise de azeitonas tem sido relatado na literatura. Ponce, Aquino e Andújar (2019) avaliaram a classificação de diferentes cultivares de azeitonas com Redes Neurais Convolucionais, conseguindo uma exatidão de 95,91 %. Soltanikazemi e Mehdizadeh (2017) quantificaram as mudanças de cor que ocorrem durante o processo de adoçamento utilizando um sistema de visão computacional baseado em Redes Neurais Artificiais, atingindo uma exatidão de 93,38 %. Vanloot et al. (2014) usaram imagens digitais para avaliações métricas de produtos agrícolas como o caroço de azeitona, atingindo uma classificação com 100 % de exatidão.

Sistemas de separação de azeitonas baseado no processamento de imagens são desenvolvidos na criação de máquinas de separação. Segundo Kuncan e Ertunç (2016), entre os métodos de espaço HSV, distância Euclidiana e distância de Mahalanobis, este último obteve melhor performance, atingindo 97 % de taxa de sucesso. O método de distância Mahalanobis considera a distância ao centro com valores de desvio padrão enquanto o método de distância Euclidiana considera a distância apenas entre dois pontos.

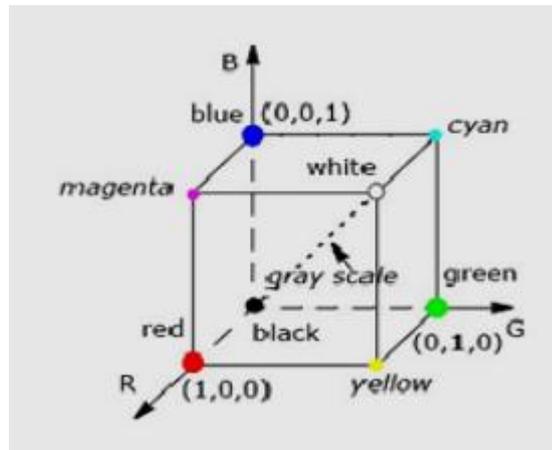
## **2.9. Processamento de imagens digitais**

O processamento de imagens digitais consiste na aplicação de algoritmos às imagens, a fim de que estas possam ser utilizadas para a análise computacional. As principais etapas envolvidas neste processo são a aquisição das imagens, a segmentação e a representação (GONZALEZ; WOODS, 2000). No processo de segmentação da imagem, a região de interesse deve ser definida e extraída para que possa ser visualizada de forma independente e assim, seja então significativa na obtenção de informações para tomadas de decisões (BASAPRAVAD, 2014). A segmentação de uma imagem digital se propõe a agrupar pixels em blocos de acordo com a descrição de uma propriedade associada a estes pixels, tais como cor. Posteriormente, estes dados podem ser utilizados para a classificação das imagens de acordo com a propriedade de interesse. Outra possibilidade para a classificação de imagens é aquela na qual cada pixel é destinado à classe que tem a máxima verossimilhança (LIRA, 2018).

Normalmente os modelos de cores têm três ou quatro componentes de cores e podem ser divididos em três categorias de acordo com o processamento da imagem (IBRAHEEM et al., 2012). Há vários modelos de cores como Munsell, RGB, CMYK, CIE. O sistema RGB é um sistema de cores aditivo, que utiliza a combinação das cores vermelho (R), verde (G) e azul (B) e é o método mais comum de se extrair informações de imagens digitais (BOTELHO, 2014).

O espaço de cores RGB pode ser representado como um cubo tendo valores de preto no ponto (0,0,0) e valores de branco no ponto (1,1,1) conforme Figura 6. Este sistema é muito usado nos objetos que emitem luz como por exemplo, televisão, monitor, câmeras, smartphones, entre outros.

Figura 6 - Cubo de cores primárias



Fonte: Adaptado de Ibraheem et al., 2012.

A unidade formadora básica de uma imagem digital, também chamada de pixel, é formado pela junção dessas três cores. A intensidade de cada cor é medida em canais, sendo 256 para cada cor. Onde o canal 0 significa ausência e o canal 256 significa intensidade máxima (Botelho, 2014). Isto significa mais de 16 milhões de valores de cores possíveis.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu em quatro etapas principais:

#### 3.1. Coleta e edição de imagens de azeitonas

Foram utilizadas 108 imagens de azeitonas da variedade Maria da Fé obtidas diretamente de olivais do Sul de Minas Gerais e 84 obtidas por meio de pesquisas na internet, em artigos publicados que continham imagens de azeitonas, totalizando 192 imagens. Para a obtenção das imagens obtidas nos olivais, utilizou-se uma caixa com dimensões 0,06 m x 0,12 m x 0,08 m (largura x comprimento x altura) para se ter um ambiente de luz controlada, na qual a iluminação das amostras foi realizada apenas pelo flash do smartphone (LG K4, 8 MP), usado para fotografar as amostras. Todas as imagens tiveram o fundo removido e foram salvas em formato JPEG, conforme Figura 7.

Figura 7 - Exemplos de imagens que foram analisadas



Fonte: Do autor, 2021.

#### 3.2. Classificação visual

Inicialmente, o IM das amostras foi determinado pelo método visual.

A análise visual foi realizada por dois analistas e o IM foi calculado por meio da Equação 1 (BOSKOW, 1996).

$$IM = \frac{(0 \times n_0) + (1 \times n_1) + \dots + (7 \times n_7)}{N} \quad (1)$$

Em que  $n$  é o número de frutos com determinada classificação e  $N$  é o número total de amostras. Os resultados foram usados para comparação com aqueles obtidos com os algoritmos desenvolvidos, realizando o teste t de comparação de médias a 95 % de confiança (usando Excel 2007).

### 3.3. Desenvolvimento dos algoritmos

Com o auxílio do programa GNU OCTAVE®, os algoritmos desenvolvidos foram denominados OLIVINDEX e OLIVINDEX2. O OLIVINDEX divide a imagem em blocos de pixels, os quais são sequenciados pela média de RGB de cada bloco. O OLIVINDEX2 não faz essa divisão, e a imagem é sequenciada pixel a pixel.

Com o sequenciamento, são obtidos os valores RGB, os quais são usados para classificar os blocos (no OLIVINDEX) ou pixels (no OLIVINDEX2) nas cores verde escuro, verde claro, violeta claro, violeta escuro e branco.

Essa classificação é feita com base na distância Euclidiana entre os valores RGB do bloco ou pixel com os valores RGB cores padrão (verde escuro, verde claro, violeta claro, violeta escuro e branco).

Por fim, a porcentagem de blocos ou pixels em cada classe é calculada e usada para estimar os níveis de maturação das azeitonas conforme Figura 2, os quais foram usados para calcular o IM conforme Equação 1.

### **3.4. Testes de influência do número de divisões para formação de blocos de pixels e das variações de brilho ( $\pm 10\%$ ) e contraste ( $\pm 10\%$ ).**

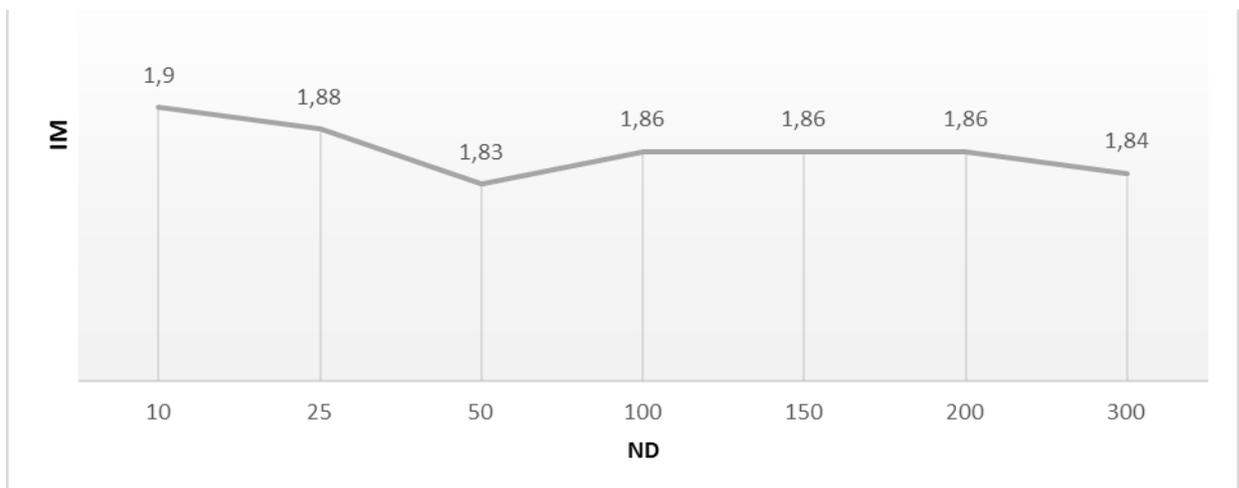
A influência do número de divisões (nd) para obtenção dos blocos de pixels no OLIVINDEX foi avaliada, sendo testadas nd de 10, 25, 50, 100, 150, 200 e 300. A influência de variação de brilho e contraste nas imagens também foi avaliada, aplicando-se variações de  $\pm 10\%$  no brilho e de  $\pm 10\%$  no contraste.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IM das azeitonas influencia o rendimento de azeite, pois o teor lipídico do fruto muda ao longo do seu amadurecimento. Esse índice também influencia aspectos sensoriais e químicos do azeite, sendo importante para garantir sua qualidade. Desta forma, um método rápido, simples e preciso para a determinação do IM é essencial para que o produtor tenha uma expectativa do rendimento e da qualidade do produto final.

Na Figura 8 são apresentados os IMs determinados pelo OLIVINDEX em função da variação no número de divisões (nd) para obtenção dos blocos de pixels. Nota-se que a variação de nd influenciou pouco o IM das amostras, mas as divisões em 100, 150 e 200 partes produziram um mesmo IM, o qual foi mais próximo do IM obtido usando OLIVINDEX2 (Figura 8). Maiores valores de IM foram obtidos nos testes para nd=10 e nd=25. Isso pode ser devido ao fato de que blocos menores geralmente levam a uma degradação da qualidade da imagem (KURUVILLA, et al., 2016) o que interfere na classificação.

Figura 8 – IMs obtidos pelo OLIVINDEX para diferentes valores de nd



Fonte: Do autor, 2021.

Um parâmetro fornecido pelos algoritmos é a quantidade de amostras classificadas em determinado nível de maturação, cujos resultados obtidos para as amostras são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Porcentagem de azeitonas classificadas em cada nível de maturação obtidas pelos algoritmos OLIVINDEX e OLIVINDEX2 e pela análise visual das imagens

	Porcentagem de azeitonas na classe							
	0	1	2	3	4	5	6	7
OLIVINDEX (nd = 100)	19	54	76	26	13	3	0	1
OLIVINDEX2	19	57	73	27	11	3	1	1
Visual	19	65	19	50	26	11	2	2

Fonte: Do autor, 2021.

Para os dois algoritmos, 91,7 % das imagens foram classificadas entre os níveis de maturação 0 e 3, sendo 74 % destas classificadas nos níveis 1 e 2 (Tabela 3). Além disso, a classificação das azeitonas em cada classe sofreu pouca ou nenhuma variação de um algoritmo para o outro, justificando a proximidade dos valores de IM determinados por ambos (Tabela 3). Uma comparação entre a classificação das imagens pela análise visual e pelos algoritmos mostra diferenças importantes nos níveis 2 a 5, sendo as maiores variações apresentadas nos níveis 2, 3 e 4. Os dados evidenciam uma redução de 26 % das amostras classificadas no nível 2, e um aumento de 100 % das amostras classificadas nos níveis 3 e 4 pelos analistas. A diferença relevante na quantidade de amostras classificadas nos níveis 2 a 5 sugere que a limitação da análise visual está principalmente nas transições de coloração de verde para violeta (níveis 2 e 3), quando essas cores se encontram misturadas na epiderme e de branco para violeta (níveis 4 e 5) quando essas cores se encontram misturados na polpa.

Variações de brilho e contraste foram aplicadas às imagens a fim avaliar a robustez do método. Essas variações influenciaram muito pouco o IM determinado pelos dois algoritmos. Entretanto, as variações ocorridas com OLIVINDEX foram numericamente maiores que aquelas ocorridas com OLIVINDEX2 (Tabela 4). Assim, o IM determinado pelos algoritmos parece ser pouco afetado por variações de  $\pm 10$  % brilho ou  $\pm 10$  % contraste.

Tabela 4 - Índice de maturação (IMs) dados por OLIVINDEX (nd =100) e OLIVINDEX2 para imagens com variações de  $\pm 10\%$  no brilho e  $\pm 10\%$  no contraste

Algoritmo	Variação	IM
OLIVINDEX	Nenhuma	1,86
OLIVINDEX	+10 % brilho	1,89
OLIVINDEX	-10 % brilho	1,92
OLIVINDEX	+10 % contraste	1,85
OLIVINDEX	-10 % contraste	1,94
OLIVINDEX2	Nenhuma	1,85
OLIVINDEX2	+10 % brilho	1,85
OLIVINDEX2	-10 % brilho	1,85
OLIVINDEX2	+10 % contraste	1,83
OLIVINDEX2	-10 % contraste	1,88

Fonte: Do autor, 2021.

Nota: nd significa número de divisões em partes da imagem

Conforme descrito na metodologia, inicialmente o IM das amostras foi determinado pelo método visual. A classificação visual foi realizada por dois analistas, seguindo a recomendação de Beltrán, Uceda e Hermoso (2008). Os valores de IM encontrados foram de 2,18 e 2,32 pelos dois analistas, respectivamente.

De acordo com Lira (2018) a melhor forma de avaliar o desempenho de um algoritmo de processamento de imagens é por meio de sua implementação, considerando medidas adquiridas após a segmentação e comparando-as com uma referência. Assim, a média dos valores obtidos na análise visual foi utilizada como referência para avaliar o desempenho dos algoritmos desenvolvidos. O IM determinado pelos algoritmos foi estatisticamente igual ( $p > 0.05$ ) à média do IM determinado pelos analistas, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Comparação entre a média dos Índices de Maturação (IMs) determinados visualmente e usando os algoritmos

Método de determinação	IM
Análise visual	2,25
OLIVINDEX (nd=100)	1,86
OLIVINDEX2	1,85

Fonte: Do autor, 2021.

Nota: nd significa número de divisões em partes da imagem

## 5. CONCLUSÃO

O método para determinação do IM de azeitonas baseado em algoritmos de segmentação de imagens produziu IMs equivalentes àquele obtido pelo método visual. A divisão da imagem entre 100 e 200 partes foi mais apropriada no algoritmo que segmenta blocos de pixel da imagem. Os algoritmos não foram consideravelmente sensíveis a variações de  $\pm 10\%$  brilho e  $\pm 10\%$  contraste aplicados às imagens, fornecendo IMs equivalentes aos obtidos com as imagens originais. Embora os algoritmos tenham apresentado desempenho semelhante, aquele que segmenta a imagem pixel a pixel proporcionou maior velocidade de processamento das imagens devido à simplicidade na segmentação, sendo preferível para a finalidade proposta. Um número maior de imagens de diversas variedades de azeitona, bem como a comparação com IMs determinados por um número maior de analistas devem ser empregados a fim de validar o método.

A expectativa é de que, após a validação, este algoritmo possa ser implementado em um aplicativo para smartphones, onde o usuário possa determinar o IM de azeitonas a partir de imagens digitais obtidas das amostras, facilitando e incentivando o controle de qualidade dos produtos nas unidades.

## 6. REFERÊNCIAS

AVILA, F.; MORA, M.; OYARCE, M.; ZUÑIGA, A.; FREDES, C. A Method to Construct Fruit Maturity Color Scales based on Support Machines for Regression: Application to Olives and Grape Seeds. **Journal of Food Engineering** (2015). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.03.035>. Acesso em: 5 set. 2021.

ARAGÃO, C. H.; LIMA, A. F.; GODOY, H. T. **Classificação do azeite de oliva obtido de azeitonas em diferentes índices de maturação, produzidas na região sudeste do Brasil**. UNICAMP. Campinas. 2020. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P16424A34303O3859.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BARRANCO, D. et al. **El cultivo del olivo**. Madri: Mundi-Prensa, 2008. v 6, 846p.

BASAPRAVAD, B.; RAVI, M. A comparative study on classification of image segmentation methods with a focus on graph-based techniques. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, v. 3, p. 310-315, 2014. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.674.1234&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BELARMINO, L. C. et al. **Análise econômica exploratória da olivicultura no Brasil e Espanha**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1130040/1/Anais-2020-ISBN-978-65-86232-99-8-pag-356.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BELTRÁN, G. M.; UCEDA, M.; HERMOSO, Y. L. F. **El Cultivo del olivo**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 2008. 165-184 p.

BELTRÁN, G. et al. Seasonal changes in olive fruit characteristics and oil accumulation during ripening process. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p. 1783-1790, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1887>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BORGES, W. V. **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE AZEITES OBTIDOS NO BRASIL**. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR).

Campo Mourão. 2018. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/9762/1/ARTIGO\\_Caracter%C3%ADsticas%20f%C3%A2Dsicoqu%C3%ADmicas%20e%20perfil%20de%20%C3%A1cidos%20graxos%20de%20azeites%20obtidos%20de.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/9762/1/ARTIGO_Caracter%C3%ADsticas%20f%C3%A2Dsicoqu%C3%ADmicas%20e%20perfil%20de%20%C3%A1cidos%20graxos%20de%20azeites%20obtidos%20de.pdf). Acesso em: 1 abr. 2021.

BOSKOU, G. et al. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. **Food Chemistry**, 94, 558-564. 2006.

BOSKOW, D. **Olive oil: chemistry and technology**. Champaign: AOCS, 1996. 101-120 p.

BOTELHO, B. G. **Desenvolvimento e validação de métodos para análise direta de alimentos usando ferramentas quimiométricas, espectroscopia no infravermelho e imagens digitais**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

CARPENTER, R. P.; LYON, D. H.; HASDELL, T. A. Centro de informação do azeite. **InfoAzeite**, 2021. Disponível em: <http://www.infoazeite.net>. Acesso em: 1 abr. 2021.

CARVALHO, J. N. **Seleção e classificação inteligente de mangas por análise de imagens**. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba, p. 272. 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/875?show=full>. Acesso em: 1 abr. 2021.

CALDERÓN, J. **Azeitona não é tudo igual**. Revista Adega Uol, 2009. Disponível em: [https://revistaadega.uol.com.br/artigo/azeitona-nao-e-tudo-igual\\_448.html](https://revistaadega.uol.com.br/artigo/azeitona-nao-e-tudo-igual_448.html). Acesso em: 5 set. 2021.

CHAROENPRASERT, S.; MITCHELL, A. Factors Influencing Phenolic Compounds in Table Olives (*Olea europaea*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2012.

COBO, M. et al. **Diseño y manejo de plantaciones de olivar**. [S.l.]: [s.n.], 1998. Disponível em: <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/43739.html>. Acesso em: 1 abr. 2021.

COMEXSTAT. **Importação e Exportação Geral**. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CORDEIRO, A. et al. **Uma fenologia da maturação e uma oportunidade de colheita da azeitona**. Revista Oleavitis, 2016.

DINIZ, P. H. G. D. Chemometrics-assisted color histogram-based analytical systems. **Journal of Chemometrics**, v. 34, n. 12, p. 1-27, 2020.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Aspectos técnicos da cultura da oliveira**. Minas Gerais, 2008. 56p. (Boletim Técnico, 88).

GELADI, P.; ESBENSEN, K. **Can image analysis provide information useful in chemistry?** Journal of Chemometrics, v. 3, n. 2, p. 419-429, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cem.1180030209>. Acesso em: 1 abr. 2021.

GONÇALVES, E. D. et al. Elaboração de azeitonas de mesa de qualidade. **Empraba Clima Temperado** – Artigo em periódico indexado, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/939338/1/Digitalizar0001.pdf>. Acesso em: 1 de jul. de 2021.

GONÇALVES, E. D. **Aspectos agronômicos que influenciam na elaboração de azeite de oliva de qualidade**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2014. 13-21.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de imagens digitais**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2000.

GUZMÁN, E. B. V.; PIERNA, J. A. F.; GARCÍA-MESA, J. A. Determination of the olive maturity index of intact fruit using images analysis. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 1462-1470, 2015.

HOJE EM DIA. **Como é feita a azeitona em conserva?** Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/opini%C3%A3o/colunas/azeite-se-1.608344/como-%C3%A9-feita-a-azeitona-em-conserva-1.691338>. Acesso em: 1 de jul. de 2021.

HUTKINS, R. W. **Microbiology and Technology of Fermented Foods**. Blackwell Publishing, London, 2006.

IARIA, D. L. et al. **A *De novo* Transcriptomic Approach to Identify Flavonoids and Anthocyanins “Switch-Off” in Olive (*Olea europaea* L.) Drupes at Different Stages of Maturation**. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01246>. Acesso em: 6 set. 2021.

IBRAHEEM N. A. et al. Understanding Color Models: A Review. **ARNP Journal of Science and Technology**. Vol 2. 2012. Disponível em: <http://www.ejournalofscience.org>. Acesso em: 6 set. 2021.

INTERNATIONAL OLIVE OIL. **Comércio mundial de azeite e azeitonas de mesa**. [S. l.], 21 jun. 2021. Disponível em: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2021/06/IOC-Imports-2020-21-1-1.html#brazil>. Acesso em: 9 ago. 2021.

KUNCAN, M.; ERTUNÇ, H. M. **Olive separation machine based on image processing**. Mechanical Technologies, v. 22, n. 5. Kaunas University of Technology. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5755/j01.mech.22.5.13726>. Acesso em: 20 set. 2021.

KURUVILLA, J.; SUKUMARAN, D.; SANKAR, A.; JOY, S. P. **A review on image processing and image segmentation**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA MINING AND ADVANCED COMPUTING (SAPIENCE), 2016, Índia. Proceedings of 2016 International Conference on Data Mining and Advanced Computing (SAPIENCE) pp. 198-203, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7684170>. Acesso em: 1 abr. 2021.

LIRA, F. C. **Aplicação de Agrupamento Semissupervisionado para Segmentação de Imagens Coloridas**. 2018 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.bcc.ufrpe.br/sites/ww3.bcc.ufrpe.br/files/Francisco%20Lira.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

MALHEIRO, R. M. S. **Influência da cultivar nas características físico-químicas, sensoriais e biológicas de azeitonas verdes descaroçadas.** Tese de mestrado. Escola Superior Agrária. Bragança, 2010.

OLIVAPEDIA. **Oliveiras no Brasil – Arbosana.** 2018. Disponível em: <https://olivapedia.com/oliveiras-no-brasil-arbosana/>. Acesso em 6 set. 2021.

OLIVE OIL TIMES. **Painel de dados da Indústria de Azeite.** 2021. Disponível em: <https://www.oliveoiltimes.com/pt/olive-oil-industry-data-dashboard/#world>. Acesso em: 5 de set. 2021.

OLIVE OIL TIMES. **Quantas variedades de azeitona existem e quais são as mais populares?** 2021. Disponível em: <https://www.oliveoiltimes.com/pt/basics/how-many-olive-varieties-are-there/84373>. Acesso em: 5 de set. 2021.

OTHMAN, N. B. et al. Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives. **Food Chemistry**, 116, 662-669. 2009.

PATHARE, P. B. et al. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, p. 36–60, 2013.

PONCE, J. M.; AQUINO, A.; ANDÚJAR, J. M. **Olive-Fruit Variety Classification by Means of Image Processing and Convolutional Neural Networks.** *IEEE Access*, v. 7, p. 147269-147641, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/288795699.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

PRATA, J. J. **Contribuição para o estudo da produção de azeitona de mesa da cultivar Cobrançosa: caracterização físico-química, organoléptica e nutricional.** Trabalho Final de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade do Algarve, 2015. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/8301/1/Jessica%20Prata%2c%20n%c2%ba40745%2016Nov-Vers%c3%a3oFinal.pdf>. Acesso em: 1 de ago. 2021.

SAKOUHI, F. et al.  $\alpha$ -Tocopherol and fatty acids contents of some Tunisian table olives (*Olea europaea* L.): Changes in their composition during ripening and processing. **Food Chemistry**, 108, 833-839.

SILVA, L. F. O. et al. **Caracterização agronômica e carpométrica de cultivares de oliveira**. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/7D6wLX3J8gLMWwxkkQYbsTf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 de set. 2021.

SOLTANIKAZEMI, M.; MEHDIZADEH, S. A. Classification of bitter and sweet olives using image processing and artificial neural networks during curing process in brine and water environments. **International Journal of Food Properties**, p. 1954-1964, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1360904>. Acesso em: 1 abr. 2021.

TEJERO, I. P. T.; ROSA, A. L. T. Potencial da olivicultura no sul do Brasil. **AGROPAMPA**, Dom Pedrito, v. 1, n. 1, p. 114-123, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/Agropampa/article/view/101224#:~:text=Na%20regi%C3%A3o%20Sul%20do%20Estado,no%20mercado%20de%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20azeite>. Acesso em: 1 abr. 2021.

VANLOOT, P. *et al.* Artificial vision and chemometrics analyses of olive stones for varietal identification of five French cultivars. **Comput. Electron. Agric.**, v. 102, p. 98-105, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.01.009>. Acesso em: 1 abr. 2021.

VIDAL, A. M. et al. Characterization of Olive Oils from Superintensive Crops with Different Ripening Degree, Irrigation Management, and Cultivar: (Arbequina, Koroneiki, and Arbosana). **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2019.

WASCHBURGER, G. **Olivicultura Gaúcha: Produção de azeitonas e processamento de azeite de oliva**. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169894/001050519.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 de jul. de 2021.

YOUSSEF, N. B. et al. **Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of chétoui virgin olive oil.** Disponível em: <https://www.interscience.wiley.com>.

Acesso em: 1 de jul. de 2021.