

## Elaboração de metodologia para preparação e análise de óleo vegetal e azeite

## Elaboration of methodology for the preparation and analysis of vegetable oil and olive oil

### RESUMO

**Alexandre de Sousa Duarte**  
[aduarte@alunmos.utfpr.edu.br](mailto:aduarte@alunmos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

**Alberto Yoshihiro Nakano**  
[nakano@utfpr.edu.br](mailto:nakano@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

**Matheus Bogo Polidório**  
[mpolidorio@alunos.utfpr.edu.br](mailto:mpolidorio@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

**Ricardo Schneider**  
[rschneider@utfpr.edu.br](mailto:rschneider@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Vários compostos presentes no Azeite de Oliva Extra-Virgem (EV), extraído da azeitona por meio de métodos mecânicos, possuem ação bioativa. O produto tem alto valor agregado e sofre frequentemente com adulterações, através da mistura com outros compostos como óleos vegetais. Visando a necessidade de uma metodologia prática, de baixo custo e de resultados rápidos quanto à adulteração do Azeite de Oliva EV, objetivou-se nesse trabalho, o desenvolvimento de um método baseado em técnicas de reconhecimento de padrões aplicadas às informações analíticas extraídas das imagens digitais, para análise de adulteração de Azeite de Oliva EV e determinação do tipo de adulterante. Para isso, capturou-se imagens digitais e processou-se digitalmente as mesmas para extração de variáveis dos canais de cor RGB, HSV e *GrayScale*. Submeteu-se as informações às técnicas de reconhecimento de padrões como a *principal component analysis (PCA)* e o *linear discriminant analysis (LDA)*. Obteve-se para a determinação do tipo de amostra 100% de acerto, classificando em Azeite de Oliva EV, Óleo Vegetal ou Mistura. Para determinação quanto ao tipo de adulterante entre óleo vegetal de soja ou milho, o modelo acertou 100% das amostras adulteradas com óleo de milho e 90,5% para aquelas adulteradas com soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** Azeite de oliva. Adulteração. Óleo vegetal. Reconhecimento de padrões.

### ABSTRACT

Various compounds present in Extra-Virgin Olive Oil (EV), extracted from olives by mechanical methods, have bioactive action. The product has high added value and often suffers from adulteration, through mixing with other compounds such as vegetable oils. Aiming at the need for a practical methodology, of low cost and of fast results regarding the adulteration of Olive Oil EV, the objective of this work was to develop a method based on pattern recognition techniques applied to the analytical information extracted from digital images, for analysis of adulteration of Olive Oil EV and determination of the type of adulterant. For this, digital images were captured and digitally processed to extract variables from the RGB, HSV and *GrayScale* color channels. The information was subjected to pattern recognition techniques such as the principal component analysis (PCA) and the linear discriminant analysis (LDA). It was obtained to determine the type of sample 100% correct, classifying it in Olive Oil EV, Vegetable Oil or Mixture. To determine the type of adulterant between vegetable oil from soy or corn, the model got 100% of the samples adulterated with corn oil and 90.5% correct for those adulterated with soy.

**KEYWORDS:** Olive Oil. Adulteration. Vegetable Oil. pattern recognition.

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O Azeite de Oliva Extra Virgem (EV) é um fluido extraído da maceração de azeitonas sem uso de solventes envolvidos no processo. Possui uma série de componentes bioativos benéficos à saúde humana como vitaminas, compostos fenólicos e ácidos graxos insaturados (RODRIGUES et al., 2012; MILANEZ; PONTES, 2015; FERREIRO-GONZÁLEZ et al., 2017; SONG et al., 2020). As vantagens do uso do produto associado ao alto custo de produção fazem com que o Azeite de Oliva EV sofra com frequente adulterações (MILANEZ; PONTES, 2015; SONG et al., 2020). O processo de fraude do Azeite de Oliva EV, geralmente, ocorre através da mistura com outros óleos vegetais com baixo custo associado, como os de soja, milho, canola ou girassol (FERREIRO-GONZÁLEZ et al., 2017).

Portanto, para evitar que o consumidor seja enganado ou tenha sua saúde afetada, torna-se essencial o desenvolvimento de um método analítico para análise de adulterantes em Azeite de Oliva EV, de rápida resposta e com baixo custo associado. Diferentes trabalhos publicados, abordam métodos de análise, citados por Milanez e Pontes (2015) e Song et al. (2020), como as técnicas de espectroscopia de fluorescência, ressonância magnética nuclear, cromatografia gás/líquido, espectroscopia de massas, espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, entre outros. Porém, esses métodos envolvem alto custo com equipamentos, alta demanda de tempo e laborioso preparo de amostras (MILANEZ; PONTES, 2015; SONG et al., 2020). Por outro lado, as metodologias analíticas desenvolvidas através da análise de imagens digitais mostra-se promissora, ganhando destaque em diversas linhas de pesquisa nos últimos anos (GOMES et al., 2008; MILANEZ; PONTES, 2015; RASSE; TORCASIO; SMITH, 2016; SEGURA; SALVADORI; GOÑI, 2017; GODOY et al., 2020; SONG et al. 2020). As principais vantagens do método estão associados ao baixo custo, confiabilidade e rápido resultados para a análise, assim como, a implementação de dispositivos de aquisição de imagem em linha de processos (GODOY et al., 2018).

Uma imagem adquirida através de um aparelho digital é gravada, numericamente em uma matriz bidimensional, representada por diferentes sistemas de cores como o *Red-Green-Blue* (RGB), *Hue-Saturation-Value* (HSV) e *Grayscale* (GOMES et al., 2008; GODOY et al., 2018; GODOY et al., 2020). Essas informações associadas a técnicas de reconhecimento de padrões como a *PCA* e a *LDA*, podem ser utilizadas para o monitoramento da qualidade de alimentos (MILANEZ; PONTES, 2014; MILANEZ; PONTES, 2015; GODOY et al., 2020; SONG et al., 2020). O *PCA* é aplicado ao conjunto de dados projetando as informações na direção de maior variabilidade. Assim, origina-se um novo espaço dimensional formado por novos eixos, conhecidos como principais componentes (*PC*). Dessa forma, a *PC1* é o eixo com maior percentual de variabilidade dos dados seguido da *PC2*, com a segunda maior variabilidade e assim consecutivamente até alcançar os 100% de variabilidade (FERREIRA et al., 1999; SANTOS et al., 2019; LEVADA, 2020). O *LDA* utiliza as informações de entrada para determinar funções discriminantes, classificar os dados em grupos e predizer amostras desconhecidas.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é efetuar o preparo de amostras de azeite de oliva EV e óleos vegetais para desenvolvimento de uma metodologia baseada em técnicas de reconhecimento de padrões, aplicadas às informações analíticas extraídas de imagens digitais, para análise de adulteração de Azeite de Oliva EV e determinação do tipo de adulterante (Óleo vegetal de Soja ou Milho).

## MATERIAL E MÉTODOS

Dividiu-se a captura das imagens e análise em duas etapas. Inicialmente, obteve-se as fotografias de um conjunto de 8 amostras, compostas por 3 azeites de oliva extra-virgem, 1 mistura comercial, formada por óleo vegetal e azeite de oliva na proporção de 10% azeite de oliva extra virgem e 90% óleo de soja, e 4 óleos vegetais (soja, canola, milho e girassol). Explorou-se, através das informações extraídas das imagens a distinção e separação dos dados em grupos que representam, azeite de oliva extra-virgem (Azeite Oliva EV), mistura e óleos vegetais. No segundo momento, efetuou-se adulteração do azeite de oliva extra-virgem com dois tipos de óleos vegetais, soja e milho. Aplicou-se as informações obtidas através das fotografias, para classificação quanto ao tipo de adulterante utilizado no processo.

## PREPARO DAS AMOSTRAS

Utilizou-se para acomodar todas as amostras uma cubeta cilíndrica de vidro. Os Azeites de Oliva EV e os óleos vegetais, utilizados na primeira parte do experimento, não foram submetidos a pré-preparo para análise. Adquiriu-se as amostras de óleos vegetal, mistura e azeite de oliva extra virgem no mercado local, na cidade de Toledo Paraná. Obteve-se as outras 3 amostras de azeite de oliva extra virgem, através do acervo do Laboratório de Matérias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Para segunda parte do experimento adquiriu-se comercialmente, na mesma cidade, um exemplar de Azeite de Oliva EV e um frasco de cada tipo de óleo vegetal, soja e milho. Efetuou-se as misturas com auxílio de uma balança analítica e pipetas Pasteur. Originando dois grupos para análise, separadas em função do tipo de óleo vegetal utilizada para mistura, com diferentes níveis de adulterante, na faixa de 0,5%, 1%, 2%, 4%, 8%, 16%, 32% (m/m).

## EXTRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES ANALÍTICAS

Utilizou-se software dedicado, escrito em Python 2.8 para captura de 30 imagens digitais de 1600x900 pixels (px), de cada amostra, com intervalo de 1 segundo entre as capturas. Submete-se as imagens obtidas ao processamento digital e escolheu-se uma região de interesse (*ROI*) com quadrante de 100x900 px, para extração das informações.

Obteve-se o  $p_m$  por

$$p_m = \frac{1}{N \times M} \times \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M I_{ij}^k, \quad (1)$$

sendo  $k = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  para cada componente de cor  $\{R, G, B, H, S, V$  e *GrayScale*}, respectivamente. A *ROI* selecionada de cada uma das 30 imagens originou uma lista de 30 linhas e 7 colunas, referente as variáveis avaliadas com o  $p_m$  para cada amostra. Armazenou-se os valores das variáveis em arquivo *comma-separated values* (csv) e utilizou-se o *software* RStudio® Versão 1.1.456 para executar as análises estatísticas.

## ANÁLISE DOS DADOS E CLASSIFICAÇÃO

Aplicou-se as informações obtidas à métodos de classificação, objetivando a redução da dimensionalidade das variáveis, distinção e separação entre os grupos. Explorou-se, inicialmente, a variabilidade do conjunto de dados através da método de PCA (GODOY et al., 2020). Sequencialmente, utilizou-se os resultados obtidos, via PCA, para classificação através da técnica de LDA. Para isso, dividiu-se os dados em 2 conjuntos, selecionados aleatoriamente, 70% para treinamento e 30 % para teste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE PCA DE AZEITE DE OLIVA EV, MISTURA E ÓLEO VEGETAL

A Figura 1 apresenta as imagens obtidas para as amostras de Azeite de Oliva EV (Fig. 1a), Óleo Vegetal de Soja (Fig. 1b), Girassol (Fig.1c), Canola (Fig. 1d) e Milho (Fig. 1f), além da mistura comercial (Fig. 1g), composta por azeite de oliva EV (10%) e óleo vegetal de soja (90%). Observa-se, diferenças visuais significativas entre as amostras utilizadas para classificação. Desse modo, seguiu-se com a análise exploratória de variabilidade através do método de reconhecimento de padrões PCA (GODOY et al., 2020; SONG et al., 2020).

Figura 1 – Imagens capturadas via software escrito em Python 2.8 com corrente do LED de 15 mA com resolução original da imagem de 1600x900 px.

(a) Azeite de Oliva EV



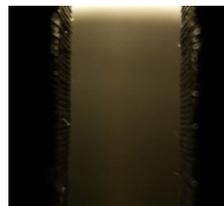
(b) Óleo Vegetal de Soja



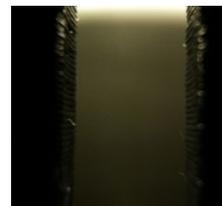
(c) Óleo Vegetal de Girassol



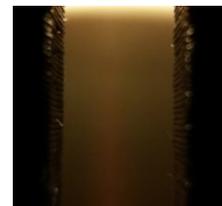
(d) Óleo Vegetal de Canola.



(e) Óleo Vegetal de Milho.



(f) Mistura Azeite de Oliva EV (10%) e Óleo de Soja (90%).

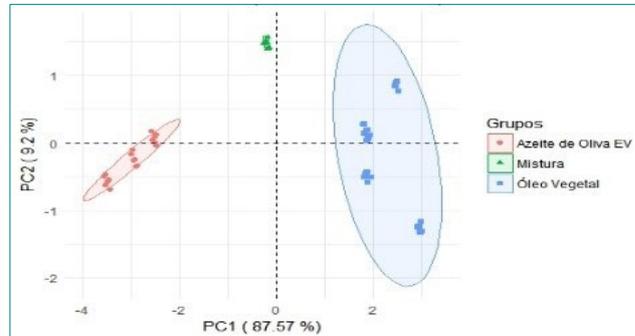


Fonte: Autoria Própria, 2020.

A Figura 2 ilustra os gráfico de Scores construídos através do  $p_m$ , para variáveis R, G, B, H, S, V e *GrayScale*, aplicadas ao método PCA para separação dos grupos Azeite de Oliva EV, Mistura e Óleo Vegetal. As informações obtidas através do método de média aritmética da ROI, é uma técnica de extração e processamento rápido das informações, além de exigir menos poder de processamento do hardware utilizado. Observa-se na Figura 2, que PC1 e PC2 explicam 96,77% da

variabilidade do conjunto de dados. Além disso, verifica-se claramente a separação, sem sobreposição, dos 3 grupos avaliados.

Figura 2 – Gráfico de Scores  $PC1$  x  $PC2$  para as variáveis extraídas do  $p_m$  dos canais de cor R, G, B, H, S, V e *GrayScale*.



Fonte: Autoria Própria, 2020.

### CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS AZEITE DE OLIVA EV, MISTURA E ÓLEO VEGETAL

Aplicou-se os conjuntos de variáveis extraídas das imagens digitais ao *LDA* para a determinação da capacidade de classificar corretamente as amostras de cada grupo. A Tabela 1 indica a matriz de confusão obtida através do *LDA* para os dados de predição em função da taxa de classificação correta (TCC). Observa-se que o método de análise através do  $p_m$ , resultou em ótima classificação para os grupos, alcançando para o TCC, global e individual, de 100% de acerto para todos os grupos. A correta classificação de todas os indivíduos envolvidos na análise é consequência das separações bem definidas, observadas nas Figura 2 do *PCA*.

Tabela 1 – Matriz de confusão obtida para o *LDA* da classificação dos grupos Azeite de Oliva EV (AOEV), Óleo Vegetal (OV) e Mistura em função das variáveis obtidas para o Pixel médio ( $p_m$ ). Valores de classificação são apresentados em porcentagem (%) de acerto global e individual. N indica o número de amostras aplicadas a predição.

Grupo Verdadeiro	Grupo de Predição (%)		
	Acerto Global (100%)		
	Azeite de Oliva EV (%)	Óleo Vegetal (%)	Mistura (%)
Azeite de Oliva EV (N=27)	100	-	-
Óleo Vegetal (N=36)	-	100	-
Mistura (N=9)	-	-	100

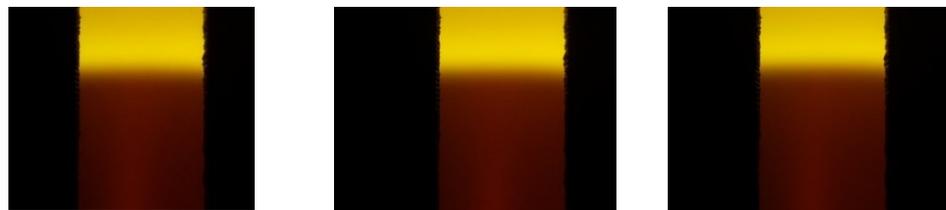
Fonte: Autoria Própria, 2020.

### ANÁLISE PCA DO TIPO DE ADULTERANTE ÓLEOS VEGETAL DE SOJA OU MILHO

A Figura 3 exibe três tipos de imagens, como exemplo, utilizadas para as análises exploratórias de variabilidade e para a classificação em função do tipo de adulterante utilizado, óleo vegetal de soja ou milho. A Figura 3a indica a amostra de Azeite de Oliva EV e as Figuras 3b e 3c, o Azeite de Oliva EV adulterado com óleo de soja e óleo de milho, respectivamente, ao nível de 32% (m/m). Observa-se que não há variações perceptíveis a olho nu entre as amostras, tornando, em termos práticos, praticamente impossível a distinção visual entre elas.

Figura 3 – Imagens capturadas para os tipos de adulterante, óleo vegetal de soja e óleo vegetal de milho. (a) Azeite de Oliva EV (100%). Azeite Oliva EV adulterado com 32% (m/m) de óleo vegetal de soja (b) e 32% (m/m) de óleo vegetal de milho (c).

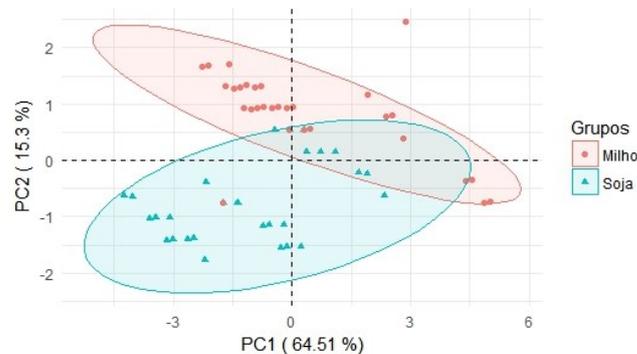
- (a) Azeite de Oliva EV.      (b) Azeite de Oliva EV (68%) e Óleo Vegetal de Soja (32%).      (c) Azeite de Oliva EV (68%) e Óleo Vegetal de Milho (32%).



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Aplicou-se o PCA ao conjunto de informações extraídas das fotografias capturadas das amostras em diferentes níveis de adulteração, discutidos anteriormente. A Figura 4 ilustra os gráficos de Scores da PC1 versus PC2, gerados através do  $p_m$ . Verifica-se que 79,81% da variabilidade dos dados é explicada nas duas primeiras dimensões. Porém, observa-se na Figura 4 que há uma região de sobreposição para os adulterantes. Isso ocorre devido ao compartilhamento de pigmentos carotenoides entre o Azeite de Oliva EV e os óleos vegetais (MOYANO; HEREDIA; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, 2010). Portanto, em pequenos níveis de adulteração há menores variações na intensidade dos canais de cores. Além disso a técnica de extração de informações através do pixel médio acaba suavizando pequenas variações ao aplicar a média aritmética da ROI.

Figura 4 – Gráfico de Scores PC1 x PC2 para as variáveis do  $p_m$  dos canais de cor R, G, B, H, S, V e GrayScale para os adulterantes óleo vegetal de soja e óleo vegetal de milho.



Fonte: Autoria Própria, 2020.

## CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE ADULTERANTE ÓLEOS VEGETAL DE SOJA OU MILHO

Submeteu-se os resultados extraídos por PCA ao método de classificação supervisionado LDA, para avaliação da correta determinação das amostras em função do tipo de adulterante. A Tabela 2, indica a matriz de confusão em porcentagem de TCC dos resultados obtidos através do método.

Tabela 2 – Matriz de confusão para o LDA, da classificação dos grupos de adulterantes, do Azeite de Oliva EV em Óleo Vegetal de Soja e Óleo Vegetal de Milho em função das variáveis obtidas para o  $p_m$ . Valores de classificação são apresentados em porcentagem (%) de acerto global e individual. N indica o número de amostras aplicadas a predição.

Grupo Verdadeiro	Grupo de Predição (%)	
	Acerto Global (95,2 %)	
	Soja (%)	Milho (%)
Soja (N=63)	90,5	9,5
Milho (N= 63)	-	100

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Observa-se que a classificação por meio do  $p_m$  tem uma taxa de acerto global de 95,2 %. Através da metodologia proposta, foi possível obter 100% de aceto para amostras adulteradas com o óleo vegetal de milho. Entretanto o modelo apresentou dificuldade para correta classificação do Azeite de Oliva EV, adulterado com óleo de soja, classificando 9,5% das amostras de forma incorreta. Os resultados alcançados através do conjunto de variáveis extraídos, mostrou-se atraente para classificação por tipo de adulterante.

## CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou uma metodologia analítica, baseada em análise de imagens digitais, para verificação de adulteração em Azeite de Oliva EV e determinação do tipo de adulterante, entre dois tipos, Óleo Vegetal de Soja ou Milho. As informações extraídas das imagens, foram inicialmente submetidas ao método PCA para redução de dimensionalidade e verificação de padrões intrínsecos das classes avaliadas, expondo formação bem definida para os grupos Azeite de Oliva EV, Óleos Vegetal e Mistura, para primeira parte do experimento. A técnica de classificação, LDA, apresentou um TCC de 100% de acerto para classificação do tipo de amostra (Azeite de Oliva EV, Óleos Vegetal e Mistura).

Na segunda parte do trabalho, ao aplicar o PCA, observou-se sobreposições em algumas amostras dos tipos de adulterantes. Entretanto, obteve-se altos níveis TCC global com 95,2%. Atingiu-se uma TCC de 100% de classificação correta para as amostras de Azeite de Oliva EV adulteradas com óleo de milho, seguido de uma TCC de 95,2% para aquelas em que utilizou-se óleo vegetal de.

A metodologia desenvolvida por meio de reconhecimento de padrões, aplicado as imagens digitais, mostrou-se promissora, além disso, é de baixo custo, obtém resultados rápidos, não necessita de pré-preparo das amostras e nem utiliza solventes químicos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária FA Paraná/Brasil.

## REFERÊNCIAS

CHRISTODOULEAS, D. C. et al. Broadly available imaging devices enable high-quality low-cost photometry. **Analytical Chemistry**, v. 87, n. 18, p. 9170–9178, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b01612>. Acesso em: 22 ago. 2019.

DOMENICI, V. et al. Extraction of pigment information from near-uv vis absorption spectra of extra virgin olive oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 38, p. 9317–9325, 2014. PMID: 25178056. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf503818k>. Acesso em: 18ago. 2020.

FERREIRA, M. M. C. et al. Quimiometria i: calibração multivariada, um tutorial. **Química Nova**, v. 22, n. 5, p. 724–731, set. 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40421999000500016>. Acesso em: 18 ago. 2020.

FERREIRO-GONZÁLEZ, M. et al. Authentication of virgin olive oil by a novel curve resolution approach combined with visible spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 220, p. 331–336, abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.015>. Acesso em: 18 ago. 2020.

GODOY, A. C. et al. Snapshots analyses for turbidity measurements in water. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 229, n. 12, p. 378, Nov 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11270-018-4034-4>. Acesso em: 15 mar. 2019.

GODOY, A. C. et al. Analysis of vegetable oil from different suppliers by chemometric techniques to ensure correct classification of oil sources to deal with counterfeiting. **Food Analytical Methods**, v. 13, n. 5, p. 1138–1147, mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01731-5>. Acesso em: 14 ago. 2020.

GOMES, M. S. et al. Uso de scanner em espectrofotometria de absorção molecular: aplicação em experimento didático enfocando a determinação de ácido ascórbico. **Química Nova**, v. 31, p. 1577 – 1581, 00 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000600050>. Acesso em: 31 ago. 2020.

GRASSE, E. K.; TORCASIO, M. H.; SMITH, A. W. Teaching uv–vis spectroscopy with a 3d-printable smartphone spectrophotometer. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 1, p. 146–151, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00654>. Acesso em: 31 ago. 2020.

LEVADA, A. L. Parametric PCA for unsupervised metric learning. **Pattern Recognition Letters**, v. 135, p. 425–430, jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.05.011>. Acesso em: 18 ago. 2020.

MILANEZ, K. D. T. de M.; PONTES, M. J. C. Classification of extra virgin olive oil and verification of adulteration using digital images and discriminant analysis. **Analytical Methods**, v. 7, n. 20, p. 8839–8846, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/c5ay01765c>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MILANEZ, K. D. T. M.; PONTES, M. J. C. Classification of edible vegetable oil using digital image and pattern recognition techniques. **Microchemical Journal**, v. 113, p. 10–16, mar. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.10.011>. Acesso em: 18 ago. 2019.

MOYANO, M. J.; HEREDIA, F. J.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. The color of olive oils: The pigments and their likely health benefits and visual and instrumental methods of analysis. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n. 3, p. 278–291, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2010.00109.x>. Acesso em: 18 ago. 2020.

RODRIGUES, M. et al. Azeite e saúde. **Revista Nutrícias**, p. 14 – 18, 12 2012. ISSN 2182-7230. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2182-72302012000400004&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2182-72302012000400004&nrm=iso). Acesso em: 24 ago. 2020.

SANTOS, R. de O. et al. Principal component analysis and factor analysis: differences and similarities in nutritional epidemiology application. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720190041>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SEGURA, L. I.; SALVADORI, V. O.; GOÑI, S. M. Characterisation of liquid food colour from digital images. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. sup1, p. S467–S477, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1299758>. Acesso em: 16 ago. 2020.

SONG, W. et al. Quantification of extra virgin olive oil adulteration using smartphone videos. **Talanta**, v. 216, p. 120920, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120920>. Acesso em: 16 ago. 2020.