



# PREDIÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS UTILIZANDO PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS PARA MORANGO, FRAMBOESA E JUÇARA

T.C.B. Rigolon<sup>1</sup>, F.A.R. Barros<sup>2</sup>, P.C. Stringheta<sup>3</sup>

1 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: +55 (31) 3612-6767 – e-mail: ([tcbuttow@yahoo.com.br](mailto:tcbuttow@yahoo.com.br))

2 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: +55 (31) 3612-6803 – e-mail: ([fredbarros@ufv.br](mailto:fredbarros@ufv.br))

3 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: +55 (31) 3612-6711 – e-mail: ([pstringheta@gmail.com](mailto:pstringheta@gmail.com))

**RESUMO** – A caracterização de compostos bioativos em frutas é relevante, pois eles atestam sobre a qualidade das frutas. Entretanto, essas análises demandam custos e tempo. Logo, o objetivo do trabalho foi determinar modelos matemáticos de predição do conteúdo de antocianinas, fenólicos e capacidade antioxidante (ABTS), utilizando análise colorimétrica (rápida e não utiliza reagentes), em morango, framboesa e juçara, a fim de facilitar essa caracterização. Para isso, os extratos obtidos foram caracterizados por meio de medidas colorimétricas, quantificação de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. A obtenção dos modelos matemáticos foi realizada utilizando regressão linear múltipla (método Stepwise). Os parâmetros colorimétricos apresentaram forte correlação ( $p < 0,01$ ) com o conteúdo de antocianinas, indicando boa qualidade no modelo de regressão linear. Os modelos matemáticos de predição determinados apresentaram  $R^2$  igual a 0,9996; 0,985 e 0,874, para antocianinas, fenólicos e capacidade antioxidante, respectivamente. Estes resultados são promissores, pois diminuem custos e tempo.

**ABSTRACT** – The characterization of bioactive compounds in fruits is relevant, as they attest to the quality of the fruits. However, these analyzes require costs and time. Therefore, the objective of the work was to determine mathematical models to predict the content of anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity (ABTS), using colorimetric analysis (fast and does not use reagents), in strawberries, raspberries and juçara, in order to facilitate this characterization. For that, the extracts obtained were characterized by means of colorimetric measurements, quantification of anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity. The mathematical models were obtained using multiple linear regression (Stepwise method). The colorimetric parameters showed a strong correlation ( $p < 0.01$ ) with the anthocyanin content, indicating good quality in the linear regression model. The predicted mathematical models showed  $R^2$  equal to 0.9996; 0.985 and 0.874, for anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity, respectively. These results are promising, as they reduce costs and time.

**PALAVRAS-CHAVE:** antocianinas, compostos fenólicos, cor, pigmentos.

**KEYWORDS:** anthocyanins, phenolic compounds, color, pigments.

## 1. INTRODUÇÃO

A caracterização de frutas contendo compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, é de extrema relevância, pois estes conferem benefícios para a saúde dos seus consumidores e suas quantidades no fruto podem ser moduladas de acordo com o manejo durante seu cultivo e época de colheita (Bobinaït, Viškelis,

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

& Venskutonis, 2012; Paes, Dotta, Barbero, & Martínez, 2014; Staszowska-Karkut & Materska, 2020). As principais análises de caracterização visam quantificar os compostos, tais como antocianinas totais e compostos fenólicos totais. Além disso, existem análises que medem o poder desses compostos em atuar como antioxidantes por diferentes mecanismos de ação, como é o caso das análises de capacidade antioxidante. Elas são utilizadas em larga escala avaliando compostos de diferentes classes utilizando as metodologias mais adequadas para cada tipo de composto (Cömert & Gökmen, 2018; Nardini & Garaguso, 2020).

No entanto, as análises de caracterização de compostos bioativos utilizam reagentes de alta pureza que acaba elevando seu custo, como é o caso da análise de capacidade antioxidante pelo método ABTS. Utilizam equipamentos robustos e com custos elevados, como é o caso do espectrofotômetro, utilizado para todas as análises citadas de caracterização. Além disso, demandam técnicos especializados com conhecimento sobre as metodologias de análise, as quais envolvem preparo de reagentes instáveis quimicamente e uso de equipamentos muito específicos. Por fim, as reações levam certo tempo para ocorrer (podem levar até 1 h dependendo da análise) e os radicais formados também necessitam de tempo para sua completa formação (no caso do radical ABTS, leva cerca de 16 h) (Fuleki & Francis, 1968; Re et al., 1999; Singleton & Joseph A., 1965).

Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados a fim de solucionar estes problemas, como é o caso da predição. Ela utiliza metodologias mais fáceis de serem realizadas e com custos mais baixos para predizer a característica desejada na análise por meio de modelos matemáticos, nos quais o que se deseja determinar são as variáveis dependentes e o parâmetro medido pela metodologia mais prática é a variável independente. Oliveira, Roque, Maia, Stringheta, & Teófilo (2018), realizaram uma pesquisa de predição do teor de antocianinas, fenólicos totais e capacidade antioxidante em extratos fenólicos brutos de uva violeta e repolho roxo utilizando como metodologia mais prática a espectroscopia de infravermelho. Song, Kim, Im, & Kim, (2018) também utilizaram espectroscopia de infravermelho, mas com transformada de Fourier, para caracterizar frutas cítricas quanto aos seus compostos bioativos. Shawky & Selim (2019), também encontraram bons modelos matemáticos utilizando espectroscopia infravermelho para caracterizar casca de frutas cítricas.

Visando facilitar a caracterização de frutas contendo compostos bioativos, o presente trabalho utilizará os parâmetros da análise colorimétrica como variáveis independentes de modelos matemáticos de regressão linear simples. A análise colorimétrica é rápida, fácil e não destrutiva, além de não utilizar reagentes. É uma metodologia objetiva e que apresenta parâmetros para definir a cor do que está sendo analisado utilizando coordenadas tridimensionais. O objetivo deste trabalho foi encontrar modelos matemáticos utilizando esses parâmetros para predizer o conteúdo de antocianinas totais, fenólicos totais e a capacidade antioxidante pelo método ABTS, das frutas morango, juçara e framboesa.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados morangos (*Fragaria ananassa*) e framboesas (*Rubus idaeus*) produzidos no município de Alfredo Vasconcelos, Minas Gerais, além de juçara (*Euterpe edulis* Martius) produzido no município de Canaã, Minas Gerais. As frutas foram colhidas, selecionadas, lavadas e armazenadas em congelador convencional a -18 °C até o momento das análises.

A obtenção do extrato fenólico, das frutas estudadas, foi realizado segundo metodologia descrita por Rocha et al. (2018). Após esse período, a mistura foi filtrada em papel de filtro, Whatman nº 1, a vácuo, em funil de Büchner. Posteriormente, o extrato foi concentrado em evaporador rotativo (IKA RV 10 digital) à 40 °C, até obter um volume final correspondente a 20% do volume original. O extrato foi armazenado em frasco âmbar sob congelamento no ultrafreezer (aproximadamente -60 °C) até o momento de sua utilização.

A determinação de antocianinas totais foi realizada utilizando o método pH único descrito por Fuleki & Francis (1968). Realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV-VIS (UV-M51 marca Bel, Monza - Itália), em comprimento de onda de 535 nm. Os resultados foram expressos em mg de antocianinas por 100 g de fruta.

A determinação de fenólicos totais dos extratos foi realizada de acordo com metodologia descrita por Singleton & Rossi (1965). A absorvância foi medida a 760 nm usando um espectrofotômetro UV-VIS (UV-M51 marca Bel, Monza - Itália). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por 100 g de fruta (mg EAG/100 g fruta).

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br

Para determinação de capacidade antioxidante, foi utilizada metodologia ABTS, com formação do radical ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-sulfonado) descrita por (Re et al., 1999). Foi utilizado o trolox como padrão. Os valores foram corrigidos para  $\mu\text{mol}$  equivalente de trolox por g de fruta, e o resultado expresso em capacidade antioxidante equivalente ao trolox.

Os extratos obtidos foram caracterizados utilizando análise colorimétrica, pela leitura direta de reflectância do sistema de coordenadas retangulares "L\*", "a\*" e "b\*", empregando-se a escala de cor CIELAB, com iluminante D65 e ângulo de observação de 10 °, utilizando-se colorímetro Hunter Lab, modelo Colorquest XE (Reston, USA). Os valores de C\* (Chroma) e h\* (hue) foram calculados a partir dos dados de a\* e b\*, pelas Equações 1 e 2.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$h^* = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para os tratamentos frutas morango, juçara e framboesa e as análises realizadas em duplicatas.

Os resultados de caracterização foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS (SAS Institute, version 9.4, Cary, NC, USA). As análises de correlação foram realizadas pelo método de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa SAS (SAS Institute, version 9.4, Cary, NC, USA). A escolha do modelo de predição foi feita levando-se em consideração o coeficiente de determinação  $r^2$ , e a significância dos parâmetros, utilizando o ProcReg do SAS (SAS Institute, version 9.4, Cary, NC, USA) para regressão linear múltipla com o método Stepwise.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de caracterização dos extratos são importantes, pois quantificam-se compostos que oferecem benefícios à saúde dos consumidores das frutas estudadas, como é o caso de antocianinas e compostos fenólicos. Além disso, determina-se a capacidade antioxidante total fornecida por estes e outros compostos presentes nas frutas. A análise colorimétrica fornece dados da qualidade dos extratos, podendo associar a cor apresentada por eles ao conteúdo de compostos coloridos, como é o caso das antocianinas. Nesse sentido, a Tabela 1 mostra os resultados dessas análises, para cada fruta estudada.

Tabela 1 - Parâmetros colorimétricos (L\*, a\*, b\*, C\* e h\*), teor de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante do extrato fenólico de morango, juçara e framboesa.

Parâmetro	Morango	Juçara	Framboesa
L*	38,82±0,64 <sup>a</sup>	24,32±0,08 <sup>c</sup>	33,13±0,84 <sup>b</sup>
a*	14,98±1,33 <sup>b</sup>	4,87±0,43 <sup>c</sup>	24,80±2,06 <sup>a</sup>
b*	16,44±1,99 <sup>a</sup>	0,00±0,17 <sup>c</sup>	11,80±1,98 <sup>b</sup>
C*	22,27±1,89 <sup>b</sup>	2,90±0,42 <sup>c</sup>	27,47±2,71 <sup>a</sup>
h*	47,56±3,73 <sup>a</sup>	359,65±3,55 <sup>a</sup>	25,32±1,91 <sup>a</sup>
<b>Antocianinas totais</b>	5,56±0,23 <sup>b</sup>	47,71±5,08 <sup>a</sup>	10,86±1,79 <sup>b</sup>
<b>Fenólicos totais</b>	330,56±14,84 <sup>a</sup>	332,48±13,74 <sup>a</sup>	177,39±17,16 <sup>b</sup>
<b>Capacidade antioxidante (ABTS)</b>	55,71±9,61 <sup>a</sup>	49,71±7,22 <sup>a</sup>	25,40±0,60 <sup>b</sup>

Os resultados de antocianinas totais foram expressos em mg de antocianina/100 g de fruta, de fenólicos em mg equivalente de ácido gálico/100 g de fruta, os de ABTS em  $\mu\text{M}$  de trolox/g de fruta. Valores em média  $\pm$  desvio padrão (DP), n= 3. Significância (P<0,05): médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Com relação aos parâmetros colorimétricos, os extratos diferiram entre si, ao nível de 5% de probabilidade (p < 0,05), para L\*, a\*, b\* e C\*. No entanto, todos apresentaram a\* positivo, indicando coloração avermelhada e b\* positivo, indicando coloração próxima do amarelo. O parâmetro C\*, que indica a qualidade da cor, mostrou que o extrato de framboesa apresentou uma coloração mais viva, seguida do morango e da juçara, respectivamente.



Já com parâmetro  $h^*$  é possível concluir de fato com relação à cor dos extratos. Apesar dos resultados não diferirem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ), é possível definir os extratos de morango e framboesa como alaranjados, pois os ângulos de tonalidade situam-se entre 25 e 70°, e, o extrato de juçara como sendo vermelho escuro, pois o ângulo de tonalidade encontra-se entre 330 e 25° e apresenta menor  $C^*$ , segundo o sistema Cielab (Ramos, 2007).

Já para a quantificação de compostos, o extrato de juçara apresentou maior quantidade de antocianinas e a quantidade destas nos extratos de morango e framboesa não diferiram entre si, ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ). Porém, foi possível observar que mesmo apresentando baixo conteúdo de antocianinas, comparado aos outros extratos, o extrato de morango apresentou o maior conteúdo de fenólicos totais, assim como o extrato de juçara que não diferiu deste, ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ). O extrato de framboesa apresentou menor conteúdo de compostos fenólicos totais dos três extratos. O comportamento apresentado na capacidade antioxidante, foi o mesmo que para os compostos fenólicos, visto que essas análises se correlacionam (Cömert & Gökmen, 2018). Resultados semelhantes foram apresentados por Rampazzo, Takikawa, & Haminiuk (2012), De Souza et al. (2014) e Neri-Numa, Soriano Sancho, Pereira, & Pastore, (2018).

Hanuka Katz, Eran Nagar, Okun, & Shpigelman (2020) identificaram 18 compostos com capacidade antioxidante, além das antocianinas em morangos. Destes, a maioria são compostos fenólicos. Ganhão, Pinheiro, Tino, Faria, & Gil, (2019), também encontraram baixo teor de antocianinas em morangos e alta quantidade de compostos fenólicos e capacidade antioxidante, o que corrobora com o encontrado neste trabalho.

Para determinarmos modelos matemáticos de predição, utilizando regressão linear, é fundamental estudarmos os coeficientes de correlação linear entre as variáveis estudadas, pois sabe-se que a qualidade de um depende fortemente da qualidade do outro (Rodrigues & Iemma, 2005). Quanto mais próximo de 1 ou -1 é o coeficiente de correlação  $r$ , mais forte é o relacionamento entre as variáveis e melhor serão as retas de regressão linear utilizando estas variáveis.

A Tabela 2 apresenta os resultados para os coeficientes de correlação linear entre as variáveis estudadas na determinação dos modelos matemáticos preditivos. Nela pode-se observar a alta correlação ( $p < 0,01$ ) apresentada entre a análise de quantificação de antocianinas totais e os parâmetros colorimétricos  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $C^*$ , indicando que estas variáveis podem resultar em bons modelos preditivos para a quantificação destes compostos. Para compostos fenólicos totais, apenas o parâmetro  $a^*$  apresentou forte correlação ( $p < 0,01$ ). Por fim, na análise de capacidade antioxidante pelo método ABTS, não houve correlação linear ( $p > 0,01$ ) com os parâmetros colorimétricos.

Ainda, é importante ressaltar a correlação forte ( $p < 0,01$ ) apresentada entre a quantificação de compostos fenólicos totais e a análise de capacidade antioxidante, o que já era esperado, pois foi relatado em outros trabalhos (Cömert & Gökmen, 2018; Ferrari, Germer, & de Aguirre, 2012).

Tabela 2 – Correlação de Pearson ( $r$ ) entre os parâmetros estudados para a caracterização dos extratos fenólicos das três frutas estudadas.

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^*$	AntT	Fenólicos	ABTS
$L^*$	1	0,65	0,99**	0,82**	-0,31	-0,95**	-0,13	0,05
$a^*$		1	0,73*	0,96**	-0,39	-0,82**	-0,83**	0,67
$b^*$			1	0,89**	-0,34	-0,96**	-0,25	0,10
$C^*$				1	-0,40	-0,93**	-0,66	0,50
$h^*$					1	0,24	0,20	0,39
AntT						1	0,41	0,17
Fenólicos							1	0,84**
ABTS								1

AntT= Conteúdo de Antocianinas totais pelo método pH único. A correlação foi estabelecida pelo método de Pearson. \*indica correlação significativa à 5% de probabilidade, \*\*indica correlação significativa à 1% de probabilidade e os demais são não significativos.

Após a caracterização dos extratos, utilizando delineamentos estatísticos apropriados, e, do estudo de correlação das variáveis dependentes e independentes escolhidas, pode-se enfim determinar os modelos matemáticos de predição da quantificação de antocianinas totais, fenólicos totais e capacidade antioxidante, os quais são os objetivos principais deste trabalho. Os modelos matemáticos de predição determinados são apresentados na Tabela 3.

Todos os modelos apresentados não tiveram falta de ajuste ( $p < 0,01$ ), o que mostra que os dados se ajustam ao modelo proposto e apresentaram elevado coeficiente de determinação  $R^2$ , que indica elevada linearidade do modelo. No entanto, como apresentado no item anterior, o coeficiente de determinação para a análise de capacidade antioxidante pelo método ABTS foi mais baixo que os demais modelos, devido à fraca correlação linear entre esta análise e os parâmetros colorimétricos.

Tabela 3 – Modelos matemáticos de regressão linear múltipla, ajustada para predição do teor de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de morango, juçara e framboesa usando parâmetros colorimétricos.

Parâmetros	Equação	R <sup>2</sup>	Significância
Antocianinas pH único	$AntTúnico = 188,59 - 5,12L^* + 3,11^{a*} + 5,84b^* - 5,37C^* - 0,03h^*$	0,9996	$p < 0,0001$
Fenólicos	$CF = 375,56 - 11,77a^* + 8,15b - 0,07h^*$	0,985	$p < 0,0001$
ABTS	$CA = -25,51 + 3,35L^* - 2,19C^*$	0,874	$p < 0,01$

O AntTúnico = mg de antocianina/100 g de fruta, CF = mg equivalente de ácido gálico/100 g de fruta, CA =  $\mu$ M de trolox/g de fruta.

Portanto, foi possível determinar modelos matemáticos de predição com alta qualidade, para análises de caracterização de compostos bioativos de extrema relevância para os três frutos estudados, resultando em diminuição de custos com reagentes, equipamentos e mão-de-obra, além de tempo de análise.

É importante ressaltar, que a grande maioria dos trabalhos realizados com predição utilizam modelos matemáticos complexos e não-lineares, como os citados na introdução. Já os modelos apresentados na Tabela 3 são lineares e de fácil utilização.

## 4. CONCLUSÃO

Com base nos argumentos apresentados, pode-se concluir que foi possível determinar modelos matemáticos de predição de quantificação de antocianinas totais, compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante, com elevados coeficientes de determinação ( $R^2$  igual a 0,9996; 0,985 e 0,874, respectivamente), para as frutas morango, juçara e framboesa. Por meio destas equações é possível caracterizar estas frutas sem a necessidade de realizar análises químicas, sendo necessário apenas a leitura dos parâmetros colorimétricos dos extratos fenólicos, a qual é uma análise rápida e não utiliza reagentes. Estes resultados são promissores, pois diminuem custos e tempo na caracterização dos compostos bioativos destes frutos na indústria de alimentos.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores reconhecem o apoio financeiro concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

## 6. REFERÊNCIAS

Bobinait, R., Viškelis, P., & Venskutonis, P. R. (2012). Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chemistry*, 132(3),



1495–1501.

- Cömert, E. D., & Gökmen, V. (2018). Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century. *Food Research International*, *105*, 76–93. Retrieved November 17, 2018, from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691730741X>
- Ferrari, C. C., Germer, S. P. M., & de Aguirre, J. M. (2012). Effects of Spray-Drying Conditions on the Physicochemical Properties of Blackberry Powder. *Drying Technology*, *30*(2), 154–163. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07373937.2011.628429>
- Fuleki, T., & Francis, F. J. (1968). Quantitative Methods for Anthocyanins. 2. Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice. *Journal of Food Science*, *33*, 78–83.
- Ganhão, R., Pinheiro, J., Tino, C., Faria, H., & Gil, M. M. (2019). Characterization of Nutritional, Physicochemical, and Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity of Three Strawberry “Fragaria × ananassa Duch.” Cultivars (“Primoris”, “Endurance”, and “Portola”) from Western Region of Portugal. *Foods*, *8*(12), 682. MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Retrieved February 29, 2020, from <https://www.mdpi.com/2304-8158/8/12/682>
- Hanuka Katz, I., Eran Nagar, E., Okun, Z., & Shpigelman, A. (2020). The Link between Polyphenol Structure, Antioxidant Capacity and Shelf-Life Stability in the Presence of Fructose and Ascorbic Acid. *Molecules*, *25*(1), 225. NLM (Medline). Retrieved February 29, 2020, from <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/1/225>
- Nardini, M., & Garaguso, I. (2020). Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food Chemistry*, *305*, 125437. Elsevier Ltd.
- Neri-Numa, I. A., Soriano Sancho, R. A., Pereira, A. P. A., & Pastore, G. M. (2018). Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. *Food Research International*, *103*, 345–360. Retrieved April 5, 2019, from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996917307330>
- Oliveira, I. R. N., Roque, J. V., Maia, M. P., Stringheta, P. C., & Teófilo, R. F. (2018). New strategy for determination of anthocyanins, polyphenols and antioxidant capacity of Brassica oleracea liquid extract using infrared spectroscopies and multivariate regression. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *194*(January), 172–180. Elsevier B.V. Retrieved from <http://doi.wiley.com/10.1111/ijfs.13307>
- Paes, J., Dotta, R., Barbero, G. F., & Martínez, J. (2014). Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) residues using supercritical CO<sub>2</sub> and pressurized liquids. *Journal of Supercritical Fluids*, *95*, 8–16. Elsevier B.V. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2014.07.025>
- Ramos, E. M. (2007). *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. Viçosa - MG: Editora UFV.
- Rampazzo, V., Takikawa, A. Y., & Haminiuk, C. W. I. (2012). Quantificação de compostos fenólicos em frutas vermelhas (*Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Morus nigra*). *Seminário de Extensão e Inovação*, 1–7. Retrieved from [http://www.sei.utfpr.edu.br/sei\\_anais/trabalhos/comunicacao\\_oral/Sala E/QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FRUTAS VERMELHAS \(Fragaria vesca, Rubus idaeus, Morus nigra\).pdf](http://www.sei.utfpr.edu.br/sei_anais/trabalhos/comunicacao_oral/Sala E/QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FRUTAS VERMELHAS (Fragaria vesca, Rubus idaeus, Morus nigra).pdf)
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, *26*(9–10), 1231–1237. Retrieved June 12, 2017, from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584998003153>
- Rocha, J. C. G., Procópio, F. R., Mendonça, A. C., Vieira, L. M., Perrone, Í. T., de Barros, F. A. R., & Stringheta, P. C. (2018). Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from jussara (*Euterpe edulis* M.) and blueberry (*Vaccinium myrtillus*) fruits. *Food Science and Technology*, *38*(1), 45–53.
- Rodrigues, M. I., & Iemma, A. F. (2005). *Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos - Uma estratégia sequencial de planejamentos*. (1a Ed.). Campinas, SP: Casa do Pão Editora.
- Shawky, E., & Selim, D. A. (2019). NIR spectroscopy-multivariate analysis for discrimination and bioactive compounds prediction of different Citrus species peels. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and*

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7° Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

*Biomolecular Spectroscopy*, 219, 1–7. Elsevier B.V. Retrieved March 2, 2020, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31026739>

- Singleton, V. L., & Joseph A., R. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, (16), 144–158.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosmolybdic-phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158. Retrieved June 12, 2017, from <http://sci-hub.cc/http://www.ajevonline.org/content/16/3/144>
- Song, S. Y., Kim, C. H., Im, S. J., & Kim, I. J. (2018). Discrimination of citrus fruits using FT-IR fingerprinting by quantitative prediction of bioactive compounds. *Food Science and Biotechnology*, 27(2), 367–374. The Korean Society of Food Science and Technology.
- De Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Da Silva, T. L. T., De Oliveira Lima, L. C., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 156, 362–368. Elsevier Ltd. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125>
- Staszowska-Karkut, M., & Materska, M. (2020). Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). *Nutrients*, 12(2), 463. MDPI AG. Retrieved March 1, 2020, from <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/2/463>

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



[www.officeeventos.com.br](http://www.officeeventos.com.br)