

Almeida, RLJ, Santos, NC, Silva, LRI, Pereira, TS, Silva, VMA, Eduardo, RS, Barros, ER, Muniz, CES, Nunes, JS, & Ribeira, VHA. (2020). Influence of time and temperature of ultrasound on anthocyanin content and instrumental color of jambolan pulp (*Syzygium jambolanum*). *Research, Society and Development*, 9(7): 1-13, e402974026.

Influência do tempo e temperatura do ultrassom no teor de antocianinas e na cor instrumental da polpa de jambolão (*Syzygium jambolanum*)

Influence of time and temperature of ultrasound on anthocyanin content and instrumental color of jambolan pulp (*Syzygium jambolanum*)

Influencia del tiempo y la temperatura de la ecografía sobre el contenido de antocianinas y el color instrumental de la pulpa de jambolan (*Syzygium jambolanum*)

Recebido: 28/04/2020 | Revisado: 30/04/2020 | Aceito: 10/05/2020 | Publicado: 20/05/2020

Raphael Lucas Jacinto Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7232-2373>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Lucas Rodolfo Inácio da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3684-3117>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: rodolfo_i@hotmail.com

Tamires dos Santos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2627-036X>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: tsantosp16@gmail.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-3203>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Raphael da Silva Eduardo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5968-7578>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: raphael_leahpar17@hotmail.com

Eliélson Rafael Barros

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1809-7395>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Cecília Elisa de Sousa Muniz

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7402-9354>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: ceciliamuniz.qi@gmail.com

Jaqueline Siqueira Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9980-1702>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: Jaquelinenunes_16@hotmail.com

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6286-5403>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: victor_herbert@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tempo e da temperatura do ultrassom nos teores de antocianinas e nas medidas instrumentais de cor da polpa do jambolão. A polpa do jambolão foi submetida a um processo ultrassônico por 10 e 15 min a 25, 40 e 50 °C na frequência de 40 kHz, em seguida a polpa in natura e as tratadas termicamente foram analisadas os seguintes parâmetros: teores de antocianinas e cor instrumental (L^* , a^* e b^*). Os teores de antocianinas podem ser relacionados com os parâmetros de cor a^* e b^* , onde o aumento do parâmetro a^* indica que a cor se aproxima mais do vermelho, enquanto que a diminuição de b^* indica que o fruto apresenta cor na região do azul, o resultado desses dois parâmetros está diretamente ligado a quantidade de pigmentos na casca do jambolão durante o processo de ultrassom com aquecimento complementar. O tratamento ultrassônico com tratamento térmico complementar no qual a polpa do jambolão foi submetida, promoveu aumento dos parâmetros de antocianinas, luminosidade e a^* . Sendo

a diferença mais expressiva para a maior temperatura e maior tempo de exposição a ultrassom.

Palavras-chave: Fruta exótica; Extração de pigmentos; Polifenóis.

Abstract

The present work aims to evaluate the influence of ultrasound time and temperature on anthocyanin levels and instrumental color measurements of jambolan pulp. The pulp of the jambolão was submitted to an ultrasonic process for 10 and 15 min at 25, 40 and 50 °C at a frequency of 40 kHz, then the fresh pulp and the heat treated pulp were analyzed the following parameters: anthocyanin content and color instrumental (L*, a* and b*). The levels of anthocyanins can be related to the color parameters a* and b*, where the increase in the parameter a* indicates that the color is closer to red, while the decrease in b* indicates that the fruit has color in the blue, the result of these two parameters is directly linked to the amount of pigments in the jambolão shell during the ultrasound process with complementary heating. Ultrasonic treatment with complementary thermal treatment to which the jambolão pulp was subjected, increased the parameters of anthocyanins, luminosity and a*. Being the most expressive difference for higher temperature and longer exposure time to ultrasound.

Keywords: Exotic fruit; Pigment extraction; Polyphenols.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del tiempo y la temperatura del ultrasonido en los niveles de antocianinas y las mediciones de color instrumental de la pulpa de jambolan. La pulpa del jambolão se sometió a un proceso ultrasónico durante 10 y 15 minutos a 25, 40 y 50 °C a una frecuencia de 40 kHz, luego la pulpa fresca y la pulpa tratada térmicamente se analizaron los siguientes parámetros: contenido de antocianina y color instrumental (L*, a* y b*). Los niveles de antocianinas pueden estar relacionados con los parámetros de color a* y b*, donde el aumento en el parámetro a * indica que el color está más cerca del rojo, mientras que la disminución en b * indica que la fruta tiene color en el azul, el resultado de estos dos parámetros está directamente relacionado con la cantidad de pigmentos en la capa de jambolão durante el proceso de ultrasonido con calentamiento complementario. El tratamiento ultrasónico con tratamiento térmico complementario al que se sometió la pulpa de jambolão aumentó los parámetros de antocianinas, luminosidad y a*. Siendo la diferencia más expresiva para temperaturas más altas y mayor tiempo de exposición al ultrasonido.

Palabras clave: Frutos exóticos; Extracción de pigmentos; Polifenoles.

1. Introdução

Jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) é uma fruta ainda pouco explorada no Brasil e sem mercado estabelecido, foi relatado como uma boa fonte de polifenóis como fenólicos ácidos, taninos e flavonoides, particularmente antocianinas (Garcia et al., 2020). A sua cor púrpura intensa é devido ao alto teor de compostos de antocianinas, igualmente presentes em frutas como uva (*Vitis* sp.), mirtilo (*Vaccinium myrtillus*), e jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). É interessante notar que uma das características especiais desses compostos é sua alta solubilidade em misturas aquosas. Por outro lado, os teores de antocianina encontrados nos frutos de jambolão são semelhantes aos detectados nos mirtilos, que já são considerados como um produto nutracêutico de alta importância comercial (Silva et al., 2018a). A fruta não possui alto valor comercial no Brasil e a maior parte da produção é perdida, o que a torna uma matéria-prima barata para extração de antocianinas e outros compostos (Silva et al., 2018b).

As antocianinas são pigmentos roxos, azuis e vermelhos naturais e são uma subclasse importante de polifenóis/flavonoides. Esses pigmentos estão presentes em uma ampla gama de flores, frutas e vegetais e foram relatados como associados a uma série de benefícios à saúde humana (Hong et al., 2020). Estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* mostram grandes efeitos biológicos relacionados a esses compostos, tais como: atividades antioxidantes, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticarcinogênica (Moreira et al., 2017).

Devido a múltipla bioatividade destes polifenóis, a indústria de alimentos busca técnicas alternativas para sua conservação, que não ocasionem perdas indesejáveis e preservem as características do produto (Tao et al., 2020). Dentre os métodos não térmicos de conservação de alimentos, a aplicação do ultrassom tem sido estudada como tecnologia alternativa aos métodos de tratamento térmico (Tomadoni et al., 2018). O processamento de ultrassom induz mudanças químicas e físicas em diferentes sistemas alimentares. Em sistemas de alimentos como sucos e polpas, os efeitos mecânicos ocorrem como consequência da alta energia fornecida. As modificações estruturais obtidas podem ou não ser desejável no processamento de alimentos (Campoli et al., 2018). Para Ordóñez-Santos et al. (2017) este método preserva a qualidade das polpas de frutas, retendo grande parte dos compostos bioativos e redução de microrganismos patógenos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tempo e da temperatura do ultrassom nos teores de antocianinas e nas medidas instrumentais de cor da polpa do jambolão.

2. Metodologia

Uma pesquisa visa trazer novos saberes para a sociedade como afirmam Pereira, Shitsuka, Parreira e Shitsuka (2018). O presente estudo é de natureza quantitativa e qualitativa. Nele, foram utilizados, como matéria-prima a Jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) em estágio de maturação maduro coletado em área rural do município de Lagoa Seca, Paraíba. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada (100 ppm) por 15 minutos, despulpado manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável, obtendo-se assim a sua polpa.

Após o despulpamento, 50g de polpa de jambolão foram distribuídos em tubos previamente esterilizados e submetidos ao tratamento de Ultrassom por 10 e 15 min a 25, 40 e 50°C respectivamente. Para a realização dos tratamentos foi utilizado o equipamento de ultrassom do tipo banho com frequência de 40 kHz.

Determinação de antocianinas

O método utilizado para leitura das antocianinas totais presentes na polpa do jambolão foi o método do pH único descrito pro Francis (1982). O método consiste em fazer uma transferência quantitativa de uma alíquota do extrato concentrado para um recipiente e então essa alíquota é diluída com uma quantidade de solução Etanol – HCl a 1,5 mol L⁻¹ tendo assim um volume de extrato diluído. A quantidade de antocianinas totais foi calculada pela Equação (1):

$$Ant_{mg} = \frac{Abs_{535} \times V_{ec} \times V_{ed} \times 1000}{V_{alq} \times m \times 982} \quad (1)$$

em que: Ant_{mg} é a quantidade de antocianinas totais expressas em mg de antocianinas por 100 gramas de amostra (mg/100); Abs_{535} é a absorbância lida do extrato diluído a 535 nm;

V_{ec} é o volume do extrato concentrado (mL); V_{ed} é o volume do extrato diluído (mL); V_{alq} é o volume da alíquota tomada do extrato concentrado para fazer o extrato diluído (mL); m é a massa da polpa utilizada para realizar a extração; O valor de 982 é o coeficiente de extinção para antocianinas.

Análise de cor

Os parâmetros de cor foram determinados utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan Hunter Lab XE Plus (Reston, VA, EUA), no sistema de cor Cielab, o qual permitiu a obtenção dos parâmetros: L* (luminosidade); a* (transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*)); e b* (transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*)).

Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade e as respostas qualitativas significativas foram submetidas ao teste de Tukey adotando-se o mesmo nível de 5% de significância. Para o desenvolvimento das análises estatísticas foi utilizado o software Assistat 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

3. Resultados

Na Tabela 1, estão expressos os resultados obtidos para os teores de antocianinas da polpa do jambolão *in natura* e em seus diferentes tratamentos. Foi observado diferença significativa entre as formulações submetidas a 25 °C e 40 °C, o maior valor encontrado foi para o ensaio tratado a 50°C no maior tempo de ultrassom. Quanto maior o tempo e a temperatura no processo, maior será a concentração das antocianinas

Tabela 1 – Teor de antocianinas da polpa do jambolão *in natura* (controle) e das polpas tratadas por ultrassom.

| Ensaio | Teor de antocianinas (mg/100g) |
|-------------------|--------------------------------|
| Controle | 246,75 ± 14,12 ^c |
| US 10 MIN (25 °C) | 253,17 ± 4,09 ^c |
| US 15 MIN (25 °C) | 264,02 ± 9,11 ^c |
| US 10 MIN (40 °C) | 296,13 ± 12,04 ^b |
| US 15 MIN (40 °C) | 303,09 ± 3,06 ^b |
| US 10 MIN (50 °C) | 313,22 ± 5,28 ^b |
| US 15 MIN (50 °C) | 335,46 ± 4,15 ^a |

Nota: US: Polpa tratada por ultrassom. Letras iguais sobrescritas na mesma coluna não apresentam diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$). Fonte: Própria (2020).

Segundo Rufino (2010), o valor obtido de antocianinas para o fruto inteiro *in natura* da Jabuticaba foi de 58,10 mg/100g valor esse inferior ao obtido para as cascas de jambolão. No mesmo estudo é confirmado que para frutas da família *Myrtaceans* são excelentes fontes de antocianinas totais, como a murta (143 mg/100g), ameixa java (93,3 mg/100g) e camu-camu (42,2 mg/100g), com níveis comparáveis aos de outras fontes bem conhecidas de antocianinas. Pozo-Insfran, Brenes e Talcott (2004) em seu estudo com açaí, concluíram que as antocianinas foram o fator que mais contribuiu para a capacidade antioxidante, sendo superior ao teor encontrado em sucos de uva muscadine e em cascas, como de morangos, framboesas e amoras.

Na Tabela 2, estão expressos os valores obtidos para as coordenadas cromática da cor instrumental da polpa do jambolão *in natura* e nos seus diferentes tratamentos.

Tabela 2 – Coordenadas cromáticas analisadas na polpa do jambolão *in natura* (controle) e das polpas tratadas por ultrassom.

| Ensaio | Coordenadas cromáticas | | |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | L* | a* | b* |
| Controle | 10,42 ± 0,12 ^c | 22,48 ± 0,36 ^c | 8,29 ± 0,15 ^a |
| US 10 MIN (25 °C) | 10,81 ± 0,09 ^d | 22,79 ± 0,13 ^c | 8,14 ± 0,20 ^a |
| US 15 MIN (25 °C) | 10,62 ± 0,23 ^{cd} | 23,09 ± 0,21 ^c | 7,41 ± 0,13 ^b |
| US 10 MIN (40 °C) | 11,93 ± 0,22 ^c | 23,28 ± 0,17 ^c | 7,21 ± 0,19 ^b |
| US 15 MIN (40 °C) | 13,68 ± 0,56 ^b | 23,78 ± 0,11 ^b | 6,33 ± 0,21 ^c |
| US 10 MIN (50 °C) | 14,71 ± 0,10 ^a | 24,38 ± 0,20 ^a | 6,31 ± 0,11 ^c |
| US 15 MIN (50 °C) | 14,73 ± 0,15 ^a | 24,26 ± 0,14 ^a | 5,71 ± 0,28 ^d |

Nota: US: Polpa tratada por ultrassom. Letras iguais sobrescritas na mesma coluna não apresentam diferenças estatísticas significativas. Fonte: Própria (2020).

A polpa que não foi submetida ao tratamento ultrassônico apresenta valor de 10,42 para a coordenada cromática L*. Nunes (2019), ao determinar a cor da polpa do jambolão *in natura* obteve valor de 10,31 para a mesma coordenada cromática. Segundo Kim et al. (2019) este parâmetro (L*) representa a luminosidade com valores que podem variar de 0 (preto) a 100 (branco) estabelecendo assim uma escala cinza. Quando se aplicou o tratamento ultrassônico à polpa, observa-se aumento na intensidade da sua cor, quando se teve aumento do tempo e temperatura. Canuto et al. (2010) obtiveram os seguintes valores da coordenada cromática L* para diferentes polpas de frutas: açaí (16,6), acerola (23,8); bacaba (26,8); tamarindo (33,8).

Para o tempo de 10 min os valores são de 10,81; 11,93 e 14,71, para as temperaturas de 25, 40 e 50°C, respectivamente. Para o tempo de 15 min os valores são de 10,62; 13,98 e 14,73, para as temperaturas de 25, 40 e 50°C, respectivamente. Vale salientar que, para a temperatura de 50°C, o valor deste parâmetro apresenta uma mínima alteração. A maior diferença obtida para a mesma temperatura foi para 40 °C.

Com relação a coordenada cromática a* polpa *in natura* (controle) apresenta valor de 22,48. O tratamento ultrassônico promoveu aumento nos valores dessa coordenada sendo mais intenso para as polpas submetidas a 10 e 15 minutos na temperatura de 50°C, que apresentam valores de 24,38 e 24,26, respectivamente. Indicando uma intensificação da cor vermelha após os tratamentos com ultrassom. Menelli et al. (2019), ao aplicarem o processo

ultrassônico em sucos de morango, também observaram aumento nos valores de a^* com aumento do tempo e temperatura de processo.

De acordo com Patras (2019) geralmente, as alterações de cor observadas podem estar relacionadas ao pH, mas também devido à polimerização e escurecimento das antocianinas. Segundo Zou e Hou (2017), a aplicação do ultrassom pode acelerar a liberação de pigmento dos tecidos de frutos.

Observa-se na polpa controle (*in natura*) valor de 8,29 para coordena cromática b^* . Santos et al. (2020) ao analisarem os parâmetros instrumentais de cor na polpa integral de noni, obtiveram valor de 17,50 para a coordenada cromática b^* . Moura et al. (2016) obtiveram valor de 4,72 para mesma coordenada cromática em um produto elaborado a base de morango. Diferentemente do observado para as outras coordenadas cromáticas analisadas, a coordenada b^* apresenta redução em seus valores quando se tinha maior intensificação do tempo e temperatura.

Para Dias (2014), as alterações de cor observadas neste estudo podem ter sido causadas pela cavitação, que governa várias reações físicas, químicas e biológicas, tais como a aceleração da decomposição química de partículas suscetíveis, como enzimas e microrganismos. Os teores de antocianinas podem ser relacionados com os parâmetros de cor a^* e b^* , onde o aumento do parâmetro a^* indica que a cor se aproxima mais do vermelho, enquanto que a diminuição de b^* indica que o fruto apresenta cor na região do azul, o resultado desses dois parâmetros está diretamente ligado a quantidade de pigmentos na casca do jambolão durante o processo de ultrassom com aquecimento complementar.

4. Considerações Finais

O tratamento ultrassônico com tratamento térmico complementar no qual a polpa do jambolão foi submetida, promoveu aumento dos parâmetros de antocianinas, luminosidade e a^* . Sendo a diferença mais expressiva para a maior temperatura e maior tempo de exposição a ultrassom. No entanto, vale ressaltar a importância de estudos futuros analisando a influência desse tratamento ultrassônico na biodisponibilidade dos compostos fenólicos presente na polpa.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Referências

- Campoli, SS, Rojas, ML, Amaral, JEPG, Canniatti-Brazaca, SG & Augusto, PED. (2018). Ultrasound processing of guava juice: Effect on structure, physical properties and lycopene in vitro accessibility. *Food chemistry*, 268, 594-601.
- Canuto, GAB, Xavier, AAO, Neves, LC & Benassi, MDT. (2010). Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1196-1205.
- Dias, DRC. (2014). *Efeitos do ultrassom em parâmetros de qualidade do suco de graviola (Annona muricata L.)*. 75f. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.
- Francis, FJ. (1982). Analysis of anthocyanins. *Anthocyanins as food colors*, 1, 181-207.
- Garcia, SLA, Silva, GM, Medeiros, JMS, Queiroga, APR, Queiroz, BB, Farias, DRB & Buriti, FCA. (2020). Influence of co-cultures of *Streptococcus thermophilus* and probiotic lactobacilli on quality and antioxidant capacity parameters of lactose-free fermented dairy beverages containing *Syzygium cumini* (L.) skeels pulp. *RSC Advances*, 10(17), 10297-10308.
- Hong, HT, Netzel, ME & O'Hare, TJ. (2020). Optimisation of extraction procedure and development of LC–DAD–MS methodology for anthocyanin analysis in anthocyanin-pigmented corn kernels. *Food Chemistry*, 126515.
- Kim, DS, Choi, JH, Kim, S & Lim, JH. (2019). Prediction of carotenoid content in tomato fruit using a fluorescence screening method. *Postharvest Biology and Technology*, 156, 110917.

- Menelli, GS, Fracalossi, KL, Lepaus, BM, Silva, LF & José, JFBS. (2019). Effect of ultrasound in instrumental color of strawberry juice. *Higiene Alimentar*, 33(288-289), 3408-3412.
- Monteiro, SS, Monteiro, SS, Santos, NC., Barros, SL, da Cruz, ON, Martins, LP & Gomes, JP. (2020). Application of combined osmotic and air fryer drying processes in hibiscus spiced eggplants. *Research, Society and Development*, 9(3).
- Moreira, GCRC, Assis, CF, Botelho, RV, Vaz, DSS, Freire, PLI & Bennemann, GD. (2018). Conteúdo de minerais, compostos fenólicos e antocianinas em farinhas de bagaço de uva das variedades Seibel e Bordô provenientes de uma vinícola sul-paranaense. *Nutrição Brasil*, 16(6), 391-397.
- Moura, SCSRD, Vissotto, FZ, Ruffi, CRG & Alves Jr, P. (2016). Propriedades físicas e reológicas de produtos à base de frutas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19.
- Nunes, JS. (2019). *Extração de antocianinas do jambolão (Syzygium cumini)*. 128f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB.
- Ordóñez-Santos, LE, Martínez-Girón, J & Arias-Jaramillo, ME. (2017). Effect of ultrasound treatment on visual color, vitamin C, total phenols, and carotenoids content in Cape gooseberry juice. *Food chemistry*, 233, 96-100.
- Pathare, PB, Opara, UL & Al-Said, FAJ. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and bioprocess technology*, 6(1), 36-60.
- Patras, A. (2019). Stability and colour evaluation of red cabbage waste hydroethanolic extract in presence of different food additives or ingredients. *Food chemistry*, 275, 539-548.
- Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pozo-Insfran, D. D., Brenes, C. H., & Talcott, S. T. (2004). Composição fitoquímica e estabilidade de pigmentos de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (6), 1539-1545.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food chemistry*, 121(4), 996-1002.

Santos, AF, Chaves, MA, Bastos, TDS, Santos, CT, Neto, MAB, Costa, TV & Castro, SS. (2020). /Effect of filtration on the physico-chemical characteristics, phenolic constituents and color of noni pulp. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 1491-1501.

Santos, AF, Chaves, MA, Bastos, TDS, Santos, CT, Neto, MAB, Costa, TV, Castro, SS. (2020) Effect of filtration on the physico-chemical characteristics, phenolic constituents and color of noni pulp. *Brazilian Journal of Development*, 6(1): 1491-1501.

Silva, W. P., Nunes, J. S., Gomes, J. P., & Diniz Pereira da Silva e Silva, C. M. (2018a). Obtaining anthocyanin from jambolan fruit: Kinetics, extraction rate, and prediction of process time for different agitation frequencies. *Food science & nutrition*, 6(6), 1664-1669.

Silva, W. P., Nunes, J. S., Gomes, J. P., de Araújo, A. C., & e Silva, C. M. (2018b). Description of jambolan (*Syzygium cumini* (L.)) anthocyanin extraction kinetics at different stirring frequencies of the medium using diffusion models. *Heat and Mass Transfer*, 54(11), 3275-3285.

Tao, Y., Wu, Y., Han, Y., Chemat, F., Li, D., & Show, P. L. (2020). Insight into mass transfer during ultrasound-enhanced adsorption/desorption of blueberry anthocyanins on macroporous resins by numerical simulation considering ultrasonic influence on resin properties. *Chemical Engineering Journal*, 380, 122530.

Tomadoni, B., Cassani, L., Viacava, G., Moreira, M. D. R., & Ponce, A. (2017). Effect of ultrasound and storage time on quality attributes of strawberry juice. *Journal of Food Process Engineering*, 40(5), e12533.

Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santiago, J. S., Lemmens, L., Panozzo, A., & Van Loey, A. (2015). Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food chemistry*, 171, 330-340.

Zou, Y., & Hou, X. (2017). Sonication enhances quality and antioxidant activity of blueberry juice. *Food Science and Technology*, 37(4), 599-603.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Lucas Rodolfo Inácio da Silva – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Raphael da Silva Eduardo – 10%

Eliélson Rafael Barros – 10%

Cecília Elisa de Sousa Muniz – 10%

Jaqueline Siqueira Nunes – 10%

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro – 10%