



CLITORIA TERNATEA: AVALIAÇÃO DO TEMPO DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS OBTIDOS PELA TÉCNICA ASSISTIDA POR ULTRASSOM

Clitoria ternatea: Evaluation of the extraction time of phenolic compounds obtained by the ultrasound-assisted technique

Gisele Fernanda Alves da SILVA^{1*}, Luan Gustavo dos SANTOS², Bruno Marques GOMES³, Vilásia Guimarães MARTINS⁴

RESUMO

A utilização de novas técnicas de extração de compostos fenólicos vem sendo estudadas no decorrer dos anos. O principal objetivo de técnicas aprimoradas de extração é a redução da utilização de solventes tóxicos e, também, promover a recuperação de biocompostos com maior agilidade e menor gasto energético. A extração por ultrassom utiliza ondas sonoras que são capazes de promover cavitações no interior de soluções, rompendo a parede de celular de diversos materiais, disponibilizando e extraíndo os compostos com maior agilidade. A *Clitoria ternatea* (CT) é conhecida no Brasil como cunhã, flor azul, fada azul ou, então, *butterfly pea*, sendo comumente empregada na elaboração de chás. No entanto, esta planta apresenta atividade antioxidante, quelante de metais, antimicrobiana e anti-hiperglicêmica devido seu conteúdo de compostos fenólicos. Portanto, o presente estudo tem por objetivo obter extratos hidroalcolólicos de CT utilizando a técnica assistida por ultrassom em diferentes tempos de extração (20, 40, 60, 120 e 240 min), avaliar o conteúdo de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, determinando o melhor tempo de extração. A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que dentre os tempos de extração estudados, o teor de compostos fenólicos extraídos das pétalas de CT variou entre 5,55 e 7,16 (mg g⁻¹), sendo a melhor condição obtida no tempo de 20 min. Em relação a atividade antioxidante pelos métodos de ABTS e DPPH, foi observado que não houve diferença significativas entre os extratos obtidos, apresentando-se superior aos relatados na literatura, demonstrando grande potencial de aplicação dos extratos.

Palavras-chave: Biocompostos. Atividade antioxidante. Corante natural. Flor comestível. Extração ecológica.

ABSTRACT

The use of new phenolic compounds extraction techniques has been studied over the years. The main objective of improved extraction techniques is to reduce the use of toxic solvents and also to promote the recovery of biocompounds with greater agility and less energy expenditure. Ultrasound extraction uses sound waves that are capable of promoting cavitation within solutions, breaking through the cell wall of various materials, making the compounds available and extracting with greater agility. *Clitoria ternatea* (CT) is known in Brazil as cunhã, blue flower, blue fairy or, then, butterfly pea, being commonly used in tea making. However, this plant has antioxidant, metal chelating, antimicrobial and anti-hyperglycemic activity due to its content of phenolic compounds. Therefore, the present study aims to obtain hydroalcoholic CT extracts using the ultrasound-assisted technique at different extraction times (20, 40, 60, 120 and 240 min), to evaluate the content of total phenolic compounds and antioxidant activity, determining the better extraction time. From the results obtained, it was possible to verify that among the studied extraction times, the content of phenolic compounds extracted from the CT petals varied between 5.55 and 7.16 (mg g⁻¹), being the best condition obtained in the 20 min. Regarding the antioxidant activity by the ABTS and DPPH methods, it was observed that there was no significant difference between the extracts obtained, being superior to those reported in the literature, demonstrating great potential for application of the extracts.

Key words: Biocompounds. Antioxidant activity. Natural dyer. Edible flower. Eco-friendly extraction.

*Autor correspondente

Recebido para publicação em 20/04/2021; aprovado em 05/06/2021

¹Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande – RS, giferalves@hotmail.com

²Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande - FURG

³Graduando de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande - FURG

⁴Professor Dr., Universidade Federal do Rio Grande - FURG

INTRODUÇÃO

Os compostos fenólicos são substâncias pertencentes a classe dos compostos bioativos, resultantes do metabolismo secundário de organismos de plantas, encontrados principalmente em sementes, folhas e cascas dos vegetais (LIN et al., 2016). Estes compostos são responsáveis por regular a estrutura e função das plantas, atuando no crescimento e desenvolvimento de pigmentos das plantas. No organismo humano, os compostos fenólicos atuam como antimicrobianos e antioxidantes, prevenindo de doenças degenerativas (ANGELO; JORGE, 2007).

Compostos por mais de 8.000 classes, os compostos fenólicos são caracterizados de acordo com a conformação de grupos hidroxilas, os quais, são ligadas aos anéis aromáticos, dando origem aos flavonoides, ácidos fenólicos simples, ácidos fenólicos e tocoferóis. Os flavonoides são abundantes na natureza podendo ser considerados um dos grandes grupos de antioxidantes naturais, que atuam na prevenção do estresse oxidativo e doenças crônicas (KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013), estando assim incluso principalmente o grupo dos flavonóis e antocianidinas, os quais são responsáveis pelas quercetinas e antocianinas, respectivamente.

A quercetina é um composto bioativo que tem inúmeros benefícios à saúde, além de ser encontrado em uma gama de vegetais e frutas. O mesmo possui grande poder antioxidante, uma vez que este composto possui ligação dupla entre os carbonos 2 e 3, substituintes hidroxilas nos carbonos 3,5 e 7 e ainda o grupo catecol no anel benzênico (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002). Os pigmentos à base de antocianinas que também tem um alto valor comercial devido às suas propriedades funcionais e a grande capacidade de agir como corantes naturais de coloração variante que vão do amarelo, vermelho, roxo e azul (GIUSTI; SIGURDSON, 2019). Segundo Liu et al. (2019) as antocianinas apresentam grande facilidade de extração devido sua alta solubilidade em água e, também, demonstram uma maior estabilidade em meio ácido pois à formação da estrutura cátion flavílica.

A *Clitoria Ternatea*, popularmente conhecida no Brasil como flor da fada azul, cunhã ou butterfly pea, é uma leguminosa pertencente à família *Fabaceae* que possui pétalas de coloração azul com o seu comprimento total por volta de 40 cm de largura, as quais, apresentam grande conteúdo de compostos fenólicos em sua estrutura. De acordo com Kazuma, Noda e Suzuki (2003), as pétalas da *Clitoria Ternatea* são ricas em compostos bioativos, destacando-se as antocianinas e quercetina. Com isso, a determinação e quantificação dos compostos fenólicos da *Clitoria Ternatea* é de grande relevância uma vez que a mesma pode apresentar propriedades antioxidantes benéficas.

A extração dos compostos fenólicos pode ser efetuada a partir de diversos métodos, comumente são utilizadas técnicas de aquecimento, fervura, refluxo e maceração (WANG et al., 2020). Contudo, métodos convencionais demandam maiores tempo de extração, assim, ocasionam oxidações dos compostos bioativos, devido à exposição da matriz por longos períodos à altas intensidades de temperatura, luz e oxigênio, reduzindo os teores de biocompostos (BHUYAN; BASU, 2017).

A aplicação da extração assistida por ultrassom é um tema vastamente estudado por ser uma alternativa verde e

economicamente viável, quando comparada à técnicas convencionais (CHEMAT et al., 2017). O ultrassom é uma tecnologia baseada na aplicação de ondas ultrassônicas, provocando um processo de cavitação, formação e colapso de bolhas na parede celular de matérias ricas em compostos de interesse, aumentando a taxa de extração em curto espaço de tempo (FLORES-JIMÉNEZ et al., 2019).

Além dos fatores que interferem na extração, tais como temperatura, pressão, solvente e potência, uma melhor recuperação de compostos bioativos pode ser obtida por meio da otimização de parâmetros referentes ao funcionamento do ultrassom, tais como o tempo e distribuição das ondas ultrassônicas (WANG et al., 2020). Covarrubias-Cárdenas et al. (2018) ao avaliar a extração de compostos fenólicos de folhas secas de stevia utilizando a técnica de ultrassom, obteve demonstrou que o tempo de mínimo de extração (5 min), foi suficiente para obter o maior teor de compostos bioativos.

A partir disso, o presente estudo tem por objetivo avaliar o tempo ideal para a extração de compostos fenólicos de extratos hidroalcolólicos de *Clitoria ternatea* obtidos pela técnica assistida por ultrassom.

MATERIAL E MÉTODOS

Pétalas em pó de *Clitoria Ternatea* (CT) foram adquiridas na empresa C2Alimentos e direcionadas ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal do Rio Grande – FURG para realizar o procedimento de extração.

OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Os extratos da *Clitoria Ternatea* foram obtidos utilizando o solvente etanol etílico 50% (v/v) na proporção 1:40 (m:v). A extração foi realizada nos intervalos de 20 (T20), 40 (T40), 60 (T60), 120 (T120) e 240 (T240) min em banho ultrassônico (Q1.8/40, ECO-SONICS) com temperatura controlada de 25°C, frequência ultrassônica padrão de 40 KHz e potência de 55 W. Após a extração em banho ultrassônico, a solução obtida foi filtrada em papel filtro e armazenada sob refrigeração (5°C) até o momento das análises. Os extratos foram analisados no mesmo dia da extração.

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

A análise de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o método de Singleton (1999) onde, uma alíquota de 0,5 mL de extrato passou por homogeneização em tubos contendo 2,5 mL de carbonato de sódio 7% (m/v) e 2,0 mL de Folin-Ciocalteu 10% (v/v). Posteriormente, a solução foi incubada por 15 min a 45°C, obtendo a absorvância da solução a 760 nm em espectrofotômetro (KASUAKI, IL592). O teor de compostos fenólicos totais foi determinado através de uma curva padrão de ácido gálico (0 a 65 µg mL⁻¹).

CAPACIDADE DO SEQUESTRO DE RADICAL ABTS⁺ E DPPH

A capacidade do sequestro do radical ABTS⁺ (2,2'-azinobis-3-etilbenzoatiazolina-6-ácido sulfônico) foi obtido pelo método espectrofotométrico de acordo com Torres et

al. (2017), onde, alíquotas de 20 µL do extrato e 280 µL da solução do radical ABTS^{•+} foram dispostas em microplacas e incubadas por 30 min a 35°C. Por meio de leitora de microplaca Polaris (Celer Biotecnologia S/A), foram determinadas as absorvâncias das amostras no comprimento de onda de 734 nm.

A avaliação do potencial de sequestro do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) dos extratos da CT foram determinados conforme metodologia descrita por Pires et al. (2017). Então, foi homogeneizado 20 µL do extrato de CL em 280 µL da solução de DPPH (80 µM) em poços de leitora de microplaca, sendo incubada por 30 min a 35°C e lida a 734 nm.

Os resultados da capacidade antioxidante dos extratos de *Clitoria ternatea* pelas técnicas ABTS e DPPH foram expressas como mg equivalente ao Trolox por g de CT (mg TEAC g⁻¹) através de uma curva padrão de Trolox com concentrações de 0 a 12 µg mL⁻¹.

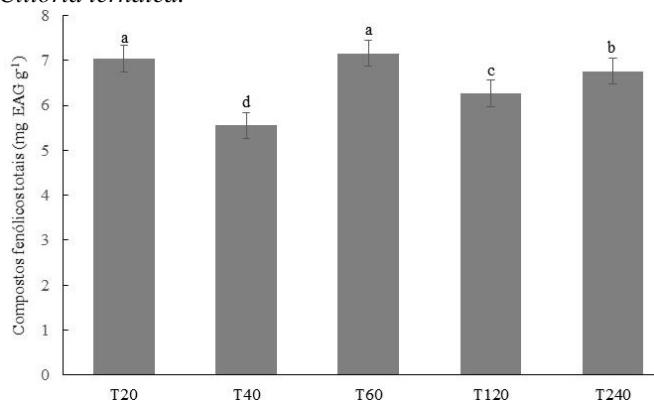
ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram elaboradas em triplicata e os resultados submetidos à Análise de Variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível de 95% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de compostos fenólicos totais dos extratos hidroalcoólicos de CT obtidos em diferentes tempos de extração assistida por ultrassom são demonstrados na Figura 1.

Figura 1. Teor de compostos fenólicos totais em extratos de *Clitoria ternatea*.



T20, T40, T60, T120 e T240 – Extratos obtidos no tempo de extração de 20, 40, 60, 120 e 240 min. *Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Dentre os valores obtidos, é possível observar que os tratamentos que apresentaram maior teor de compostos fenólicos totais foram o T20 e T60, com valor de 7,04 e 7,16 mg EAG g⁻¹, respectivamente, não apresentando diferença entre si ($p > 0,05$). Os demais extratos apresentaram valores inferiores, variando de 5,55 a 6,76 mg EAG g⁻¹.

De acordo com Chemat et al. (2017) o processo de extração por ultrassom amplia a possibilidade de remoção de micronutrientes do interior de matriz vegetal, rompendo as fibras, devido o processo de cavitação, disponibilizando compostos de interesse com maior facilidade ao meio

extrator. No entanto, longos períodos de extrações por meio do ultrassom podem promover a redução do teor de compostos bioativos, devido ao aumento da temperatura do meio e destruição estrutural e/ou degradação de compostos termosensíveis presentes, como alguns compostos fenólicos (LIU; WEI; LIAO, 2013).

Além disso, maiores tempos de exposição ao ultrassom pode causar volatilização do solvente extrator, desgaste do equipamento e, consequentemente, maior custos de extração (FOUJDAR; BERA; CHOPRA, 2020). Sendo assim, o extrato T20 apresenta as melhores condições de extração de compostos fenólicos das pétalas em pó de CT.

Resultado semelhante foi obtido por Liu, Wei e Liao (2013) na extração assistida por ultrassom de cascas de sementes de *Euryale ferox*, no qual, a melhor condição de extração utilizando solução hidroalcoólica de (50%), onde, a melhor condição de extração de compostos fenólicos foi obtida no tempo de 20 min de exposição.

O teor de compostos fenólicos totais obtidos na melhor condição de extração (T20) é similar aos estudos relatados na literatura utilizando métodos longos e convencionais de extração, tal como a maceração durante 24 h, no qual, os extratos apresentam teores entre 5,94 a 6,21 mg EAG g⁻¹ (ESCHER et al., 2020; MEHMOOD et al., 2019). Portanto, a aplicação do ultrassom possibilitou uma redução do tempo de extração dos compostos bioativos da CT, viabilizando a utilização da técnica para a obtenção do extrato.

De acordo com Escher et al. (2020) os extratos vegetais apresentam grande possibilidade de serem incorporados em alimentos, atuando como corantes naturais e conservantes de alimentos, possibilitando a substituição de corantes sintéticos que podem provocar efeitos tóxicos e adversos em humanos.

Além disso, a aplicação de ondas ultrassônicas nas indústrias de alimentos e farmacêuticas vêm crescendo nos últimos anos, isso porque, há uma grande redução de tempo de extração de biocompostos ou homogeneização mistura de soluções (TÉLLEZ-MORALES; HERNÁNDEZ-SANTO; RODRÍGUEZ-MIRANDA, 2020), como foi observado neste trabalho.

Em relação a atividade antioxidante utilizando os métodos ABTS e DPPH, foi observado que não houve diferença estatística entre os extratos obtidos, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Atividade antioxidante pelos métodos de ABTS e DPPH dos extratos de *Clitoria ternatea*.

Extrato	ABTS (mg TEAC g ⁻¹)	DPPH (mg TEAC g ⁻¹)
T20	71,51 ± 1,47 ^a	69,12 ± 2,84 ^a
T40	71,78 ± 1,55 ^a	70,45 ± 2,10 ^a
T60	71,44 ± 2,46 ^a	70,95 ± 2,87 ^a
T120	70,80 ± 2,29 ^a	71,57 ± 1,46 ^a
T240	71,15 ± 2,12 ^a	71,62 ± 2,25 ^a

T20, T40, T60, T120 e T240 – Extratos obtidos no tempo de extração de 20, 40, 60, 120 e 240 min. *Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A atividade antioxidante pelo método de DPPH dos extratos de CT deste estudo se mostram superiores aos relatados por Escher et al. (2020), no qual, extratos obtidos em diferentes tempos e temperatura de extração, apresentou valores entre 56 e 63 mg TEAC g⁻¹. Além disso, os valores de ABTS obtidos neste estudo é 5,3 vezes maior que o relatado

por Mehmood et al. (2019) em extratos hidroalcoólicos (70%) de CT obtidos por banho ultrassom.

Sendo assim, é possível definir que a melhor condição de extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos da pétala de *Clitoria ternatea* em pó é 20 min a temperatura ambiente (25 °C). Devido à presença de compostos fenólicos, principalmente antocianinas, os extratos de CT podem ser incorporados em produtos alimentícios, substituindo corantes sintéticos e preservando o produto devido os efeitos antioxidantes dos compostos bioativos presentes.

CONCLUSÕES

1. Avaliando o tempo de extração entre 20, 40, 60, 120 e 240 min da pétala de *Clitoria ternatea* por meio da técnica assistida por ultrassom do pó, foi possível determinar que em 20 min é possível extrair a maior quantidade de compostos fenólicos da matriz.
2. Apesar de demonstrar estatisticamente maiores teores de compostos fenólicos entre os extratos, não houve diferença significativa da atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH entre os extratos.
3. A atividade antioxidante dos extratos obtidos neste estudo se mostrar superior aos relatados na literatura, possibilitando a sua utilização no desenvolvimento de novos produtos como corantes e/ou aditivos.

REFERÊNCIAS

- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos Uma breve revisão. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- BHUYAN, D. J.; BASU, A. Phenolic Compounds Potential Health Benefits and Toxicity. Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Production Waste. CRC Press, 2017. p. 27-59.
- CHEMAT, F.; ROMBAUT, N.; SICAIRE, A. G.; MEULLEMIESTRE, A.; FABIANO-TIXIER, A. S.; ABERT-VIAN, M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. Ultrasonics Sonochemistry, v. 34, p. 540-560, 2017.
- COVARRUBIAS-CÁRDENAS, A. G.; MARTÍNEZ-CASTILLO, J. I.; MEDINA-TORRES, N.; AYORA-TALAVERA, T.; ESPINOSA-ANDREWS, H.; GARCÍA-CRUZ, N. U.; PACHECO, N. Antioxidant capacity and uplc-pda esi-ms phenolic profile of stevia rebaudiana dry powder extracts obtained by ultrasound assisted extraction. Agronomy, v. 8, n. 9, 2018.
- ESCHER, G. B.; MARQUES, M. B.; DO CARMO, M. A. V.; AZEVEDO, L.; FURTADO, M. M.; SANT'ANA, A. S.; DA SILVA, M. C.; GENOVESE, M. I.; WEN, M. de alimentos P.; ZHANG, L.; OH, W. Y.; SHAHIDI, F.; ROSSO, N. D.; GRANATO, D. *Clitoria ternatea* L. petal bioactive compounds display antioxidant, antihemolytic and antihypertensive effects, inhibit α -amylase and α -glucosidase activities and reduce human LDL cholesterol and DNA induced oxidation. Food Research International, v. 128, 2020.
- FLORES-JIMÉNEZ, N. T.; ULLOA, J. A.; SILVAS, J. E. U.; RAMÍREZ, J. C. R.; ULLOA, P. R.; ROSALES, P. U. B.; CARRILLO, Y. S.; LEYVA, R. G. Effect of high-intensity ultrasound on the compositional, physicochemical, biochemical, functional and structural properties of canola (*Brassica napus* L.) protein isolate. Food Research International, v. 121, p. 947-956, 2019.
- FOUJDAR, R.; BERA, M. B.; CHOPRA, H. K. Optimization of process variables of probe ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from the peel of *Punica granatum* Var. Bhagwa and it's chemical and bioactivity characterization. Journal of Food Processing and Preservation, v. 44, n. 1, p. 1-16, 2020.
- GIUSTI, M. M.; SIGURDSON, G. T. Advances in Anthocyanin Research 2018. MDPI, 2019.
- HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. v. 13, p. 572-584, 2002.
- KAZUMA, K.; NODA, N.; SUZUKI, M. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. Phytochemistry, v. 64, n. 6, p. 1133-1139, 2003.
- KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules, v. 18, n. 2, p. 2328-2375, 2013.
- LIN, D.; XIAO, M.; ZHAO, J.; LI, Z.; XING, B.; LI, X.; KONG, M.; LI, L.; ZHANG, Q.; LIU, Y.; CHEN, H.; QIN, W.; WU, H.; CHEN, S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. Molecules, v. 21, n. 10, 2016.
- WANG, H.; GUO, M.; LI, L.; CHEN, M.; JIANG, S.; LI, X.; JIANG, S. Extract from *Lycium ruthenicum* Murr. Incorporating κ -carrageenan colorimetric film with a wide pH-sensing range for food freshness monitoring. Food Hydrocolloids, v. 94, p. 1-10, 2019.
- LIU, Y.; WEI, S.; LIAO, M. Optimization of ultrasonic extraction of phenolic compounds from *Euryale ferox* seed shells using response surface methodology. Industrial Crops and Products, v. 49, p. 837-843, 2013.
- MEHMOOD, A.; ISHAQ, M.; ZHAO, L.; YAQOUB, S.; SAFDAR, B.; NADEEM, M.; MUNIR, M.; WANG, C. Impact of ultrasound and conventional extraction techniques on bioactive compounds and biological activities of blue butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). Ultrasonics Sonochemistry, v. 51, n. September 2018, p. 12-19, 2019.
- PIRES, J.; TORRES, P. B.; SANTOS, D. Y. A. C.; CHOW, F. Ensaio em microplaca do potencial antioxidante através do método de sequestro do radical livre DPPH para extratos de algas. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. p. 1-6. 2017.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-

ciocalteu reagent. In: *Lipids*. v. 3p. 152–178.

TÉLLEZ-MORALES, J. A.; HERNÁNDEZ-SANTO, B.; RODRÍGUEZ-MIRANDA, J. Effect of ultrasound on the techno-functional properties of food components/ingredients: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 61, p. 104787, 2020.

TORRES, P. B.; PIRES, J.; SANTOS, D. Y. A. C.; CHOW, F. Ensaio do potencial antioxidante de extratos de algas através do sequestro do ABTS•+ em microplaca. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. p. 1-4. 2017.

WANG, S.; LIN, A. H. M.; HAN, Q.; XU, Q. Evaluation of direct ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from potato peels. *Processes*, v. 8, n. 12, p. 1–14, 2020.

FOUJDAR, R.; BERA, M. B.; CHOPRA, H. K. Optimization of process variables of probe ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from the peel of *Punica granatum* Var. Bhagwa and its chemical and bioactivity characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 44, n. 1, p. 1–16, 2020.

GIUSTI, M. M.; SIGURDSON, G. T. *Advances in Anthocyanin Research 2018*. MDPI, 2019.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. v. 13, p. 572–584, 2002.

KAZUMA, K.; NODA, N.; SUZUKI, M. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, v. 64, n. 6, p. 1133–1139, 2003.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, v. 18, n. 2, p. 2328–2375, 2013.

LIN, D.; XIAO, M.; ZHAO, J.; LI, Z.; XING, B.; LI, X.; KONG, M.; LI, L.; ZHANG, Q.; LIU, Y.; CHEN, H.; QIN, W.; WU, H.; CHEN, S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, v. 21, n. 10, 2016.

LIU, Y.; WEI, S.; LIAO, M. Optimization of ultrasonic extraction of phenolic compounds from *Euryale ferox* seed shells using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, v. 49, p. 837–843, 2013.

MEHMOOD, A.; ISHAQ, M.; ZHAO, L.; YAQOOB, S.; SAFDAR, B.; NADEEM, M.; MUNIR, M.; WANG, C. Impact of ultrasound and conventional extraction techniques on bioactive compounds and biological activities of blue butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 51, n. September 2018, p. 12–19, 2019.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: *Lipids*. v. 3p. 152–178.

TÉLLEZ-MORALES, J. A.; HERNÁNDEZ-SANTO, B.;

RODRÍGUEZ-MIRANDA, J. Effect of ultrasound on the techno-functional properties of food components/ingredients: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 61, p. 104787, 2020.

WANG, S.; LIN, A. H. M.; HAN, Q.; XU, Q. Evaluation of direct ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from potato peels. *Processes*, v. 8, n. 12, p. 1–14, 2020.