

Avaliação de diferentes solventes para extração dos compostos fenólicos totais da farinha do fruto Calabura (*Muntingia calabura* Linn.)

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho¹, Josemar Gonçalves de Oliveira Filho², João Carlos Perbone de Souza³, Carlos Frederico de Souza Castro⁴

1. Biólogo (Universidade de Rio Verde, Brasil). Mestrando em Agroquímica (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil).
astronomogo@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/1071427974283935> <http://orcid.org/0000-0003-3443-4205>
 2. Agroecólogo (Instituto Federal de Brasília, Brasil). Doutorando em Ciências dos Alimentos (Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Brasil).
josemar.gooliver@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/8831045778827075> <http://orcid.org/0000-0001-9755-7128>
 3. Químico (Universidade Federal de Alfenas, Brasil). Doutor em Química. Docente (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil).
joao.perbone@ifgoiano.edu.br <http://lattes.cnpq.br/4530797537597342> <http://orcid.org/0000-0001-9962-3889>
 4. Químico e Doutor em Química (Universidade de Brasília, Brasil). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil.
caslosfscastro@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/6519321142404132> <http://orcid.org/0000-0002-9273-7266>

RESUMO

A calabura é uma espécie frutífera introduzida no Brasil com fins paisagísticos onde apresentou excelentes resultados de adaptação, ao clima e solos em diversas regiões do país. O estudo objetivou-se avaliar diferentes solventes para extração de compostos fenólicos da farinha de *M. calabura*. A farinha foi produzida e avaliada utilizando diferentes solventes: água, etanol e solução hidroetanólica 80 e 70%, respectivamente e metanol e solução hidrometanólica 80 e 70%. Para determinação dos teores de compostos fenólicos totais, foi utilizado reagente de Folin-Ciocalteu, e comparados a uma curva padrão de ácido gálico em diferentes concentrações. Os melhores resultados foram observados nos seguintes solventes, solução hidroetanólica 70% com 18,13 mg GAE 100 g⁻¹, seguido por solução hidrometanólica 70%, etanol 100%, solução hidrometanólica 80% e água com 15,71; 15,56; 15,49 e 15,33 mg GAE 100 g⁻¹. Os resultados deste estudo poderão corroborar com a indústria de alimentos ou farmacêutica, na elaboração de novos produtos com satisfatória atividade biológica a base deste vegetal, garantindo também o manejo da espécie de *M. calabura* e manutenção genética e ecológica.

Palavras-chave: Solvente, reagente de Folin-Ciocalteu, fruto.

Evaluation of different solvents for the extraction the total phenolic compounds from calabura fruit flour (*Muntingia calabura* Linn.)

ABSTRACT

The calabura is a fruit species introduced in Brazil with landscaping where it presented excellent results of adaptation the climate and soils in several regions of the country. The study aimed to evaluate different solvents for the extraction of phenolic compounds from *M. calabura* flour. The flour was produced and evaluated using different solvents: water, ethanol and hydroethanol solution 80 and 70% respectively and methanol and 80 and 70% hydromethanol solution. For determination of the total phenolic compounds contents, Folin-Ciocalteu reagent was used, and compared to a standard curve of gallic acid in different concentrations. The best results were observed in the following solvents, 70% hydroethanol solution with 18.13 mg GAE 100 g⁻¹, followed by 70% hydromethanol solution, 100% ethanol, 80% hydromethanol solution and water with 15.71; 15.56; 15.49 and 15.33 mg GAE 100 g⁻¹. The results of this study may corroborate with the food or pharmaceutical industry in the elaboration of new products with satisfactory phenolic activity based on this plant, also guaranteeing the management of *M. calabura* species and genetic and ecological maintenance.

Keywords: Solvent; Folin-Ciocalteu reagent; fruit.

Introdução

A calabura (*Muntingia calabura* L.) pertence à família Elaeocarpaceae, sendo uma espécie nativa da América Central, que se adaptou muito bem ao clima tropical do Brasil, bem como na China, Índia, Malásia e nas Filipinas (PEREIRA et al., 2018; MAHMOOD et al., 2014). O fruto apresenta tamanho pequeno, peso médio de 1,60 g, quando maduro possui coloração vermelha, sabor adocicado e no interior do fruto apresenta milhares de sementes dispersas no mesocarpo (PEREIRA et al., 2018).

De acordo com Pérez-Jiménez et al. (2008) os frutos, hortaliças, legumes, verduras e resíduos, possuem a capacidade antioxidante natural em quantidades variadas, sendo derivado de ação sinérgica cumulativa de uma ampla variedade de compostos com ação antioxidante como vitaminas C e E, fenóis totais, polifenóis, carotenóides em (β-Caroteno e licopeno), terpenóides e compostos de Maillard.

Inúmeros são os fatores que devem ser levados em conta na determinação de quantitativos fenólicos totais, sendo eles: estado da planta, falta hídrica, ataque de frugívoros, estágio de maturação, condições climáticas, dentre outras, mas a principal seria na escolha do solvente "ótimo" na extração, ao qual possui maior eficiência de extração dos compostos fenólicos da matriz alimentícia (FILHO et al., 2017; VIEIRA et al., 2011).

A crescente necessidade de se produzir novos alimentos com características bioativas, bem como medicamentos de uso tóxico

ou interno, vem a cada ano ganhando espaço na pesquisa científica, principalmente voltada ao uso consciente da flora frutífera brasileira e internacional. Os compostos fenólicos apresentam ação bactericida, fungicida, anti-inflamatória (PREETHI et al., 2012) e anti-radicalar, sendo também utilizado como estabilizadores de alimentos (ALCÂNTARA et al., 2019). A necessidade de se obter melhores teores de compostos fenólicos remete ao uso do solvente correto que possa extrair o maior quantitativo possível dessa classe de compostos, sendo os principais, a água, o etanol e a acetona sendo considerados os mais seguros para produção de alimentos e medicamentos (REZAIE et al., 2015; DORTA et al., 2012), o metanol possui papel secundário, apresentando quantitativos de extração satisfatórios, mas há o problema de alta toxicidade para uso humano e animal, bem como tóxico para o meio ambiente.

Os compostos fenólicos fazem parte dos metabólitos secundários produzidos naturalmente pelas plantas, e em quantidades superiores as normais em resposta ao estresse em condições por ataque de fitopatógenos, lesões causadas principalmente por animais herbívoros, radiação solar, dentre outros (ALCÂNTARA et al., 2018; BECKMAN, 2000; NICHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992).

Quantidades importantes de compostos fenólicos podem ser encontradas em produtos como as farinhas que podem ser produzidas por qualquer tipo de material, como frutos, verduras e resíduos de alimentos. Este tipo de produto apresenta importante pa-

pel alimentar visto que, muitos alimentos e fármacos são produzidos com base farinácea. O uso desse produto na dieta alimentar possui quantitativos importantes de substâncias e minerais que o corpo necessita para manter o equilíbrio saudável. Os quantitativos de fenólicos estão presentes em quantidades importantes nas farinhas, mas em menor quantidade, quando se comparam com polpas ou resíduos *in natura*.

Este menor quantitativo se deve às boas práticas de fabricação farinácea, visto que, o fator temperatura influencia consideravelmente na quantidade destes compostos. Mas ainda apresentam um excelente produto com características bioativas importantes para o uso culinário, na panificação e na indústria de alimentos para a produção de mingaus e barras de cereais ricas em minerais e substâncias que combatem os radicais livres.

O trabalho teve por objetivo avaliar diferentes solventes na extração de compostos fenólicos totais na farinha do fruto inteiro de *Muntingia calabura* (calabura).

Materiais e Métodos

Coleta dos frutos

Os frutos de calabura (*Muntingia calabura*) foram coletados na área de preservação permanente em uma propriedade rural localizada no município de Rio Verde, GO, Brasil, com a seguinte coordenada geográfica: 17°43'08.5"S 50°53'07,4"W. A espécie foi classificada pelo primeiro autor deste estudo e uma exsiccata foi depositada no Herbário do Laboratório de Sistemática Vegetal no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano com a seguinte numeração HRV: 10064.

Obtenção da farinha do fruto de calabura

Os frutos de calabura logo após serem coletados, foram levados para o laboratório de Química Tecnológica, onde foram lavados em água corrente e deixados para secagem sobre folhas de papel toalha. Frutos danificados foram descartados. Os frutos inteiros foram homogeneizados em formas de polietileno de alta densidade (PEAD) e levadas para estufa com circulação de ar forçada a 60 °C por 24 horas. O material após secagem foi moído em moinho de facas tipo ciclone com peneira mesh 32 interna. A farinha produzida recebeu a seguinte denominação: Farinha Fruto Calabura (FFC) conforme descrito por Menezes et al. (2018) com modificações.

Extração

A extração dos compostos fenólicos totais foi realizada conforme metodologia proposta por Filho et al. (2017) com modificações. Cerca de 0,100 g de farinha foi acrescida com 150 mL de uma solução extratora. Logo em seguida a solução foi homogeneizada em mesa agitadora orbital a 170 rpm por 60 minutos. Logo em seguida, a solução foi filtrada em papel filtro qualitativo com (gramatura 80 g, 110 mm, diâmetro de 18,5 cm, espessura de 0,16 mm), com velocidade de filtração entre 20 a 25 segundos. O sobrenadante foi centrifugado a 3000 rpm por 25 minutos. O sobrenadante foi coletado e armazenado em frasco de cor âmbar mantido em geladeira a 4 °C até análises.

Os solventes extratores avaliados foram: a água, o etanol (PA – ACS), solução aquosa de etanol 80% (v/v) (FILHO et al., 2017; VIEIRA et al., 2011), solução aquosa de etanol 70% (v/v) (FILHO et al., 2017; KOOLEN et al., 2013); metanol (PA – ACS), solução de metanol 80% (v/v) (FILHO et al., 2017; BARRETO et al., 2009), solução de metanol 70% (FILHO et al., 2017; KOOLEN et al., 2013).

Determinação dos compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado conforme descrito por Filho et al. (2017) e Cândido et al. (2015) com modificações. Uma alíquota de 250 µL de extrato foi adicionada em tubo de ensaio com 250 µL de uma solução aquosa do reagente *Folin-Ciocalteu* na concentração (1:9). Logo em seguida cerca de 2,5 mL de água destilada e deionizada foi adicionada ao tubo. Homogeneizou-se a amostra em equipamento tipo Vortex por 1 minuto e se deixou em descanso por 5 minutos. Em seguida foi adicionada uma alíquota de 250 µL de uma solução aquosa de carbonato de sódio anidro 7,5% (m/v) que tinha sido preparada

um dia antes do uso. A solução foi deixada em repouso em local ao abrigo de luz por 60 minutos.

As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de ondas em 725 nm. Uma curva-padrão de ácido gálico foi preparada em concentrações partindo de 20, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400 a 420 mg L⁻¹. Para o branco instrumental foi utilizada água destilada e deionizada conforme descrito por Menezes et al. (2018) com modificações. Os resultados foram determinados e expressos em mg GAE 100 g⁻¹ de farinha.

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata com a média (±) desvio padrão, por meio da análise de variância (ANOVA) e comparação múltipla entre as médias aplicando o teste de Tukey, a (p < 0,05) de significância. Todo o processamento estatístico foi realizado utilizando o *Software Past 3 (free version, 3.21, 2018)*.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados para compostos fenólicos totais avaliando os solventes extratores descritos.

Tabela 1. Determinação do teor de compostos fenólicos totais da farinha do fruto de calabura (*Muntingia calabura*). / **Table 1.** Determination of the total phenolic compounds content of the calabrian fruit meal (*Muntingia calabura*).

| Solvente extrator | Teor de compostos fenólicos totais (mg GAE 100 g ⁻¹ F)* |
|-------------------|--|
| | FFC |
| Água | 15,33 ± 0,55 ^b |
| Etanol 100% | 15,56 ± 0,43 ^b |
| Etanol 80% | 13,84 ± 0,10 ^c |
| Etanol 70% | 18,13 ± 0,61 ^a |
| Metanol 100% | 13,47 ± 0,41 ^c |
| Metanol 80% | 15,49 ± 0,34 ^b |
| Metanol 70% | 15,71 ± 0,26 ^b |

* mg de GAE 100 g⁻¹ expressos em ácido gálico. * Farinha = Massa Seca.

Neste estudo foi possível observar três grupos, onde a solução etanólica 70% obteve o melhor resultado de extração de 18,13 mg GAE 100 g⁻¹ devido ao uso misto de solvente (etanol-água) e sendo significativo a (p < 0,05) entre os grupos dois e três. Ainda pode-se observar quando usados separadamente os solventes, os teores são menores como observado para etanol 100% de 15,56 e para água de 15,33 mg GAE 100 g⁻¹.

Logo em seguida, observa-se uma ordem decrescente de extração para água, etanol 100%, metanol 80% e metanol 70% com resultados de 15,33; 15,56; 15,49 e 15,71 mg GAE 100 g⁻¹ não apresentando diferença significativa entre eles a (p < 0,05) compondo o grupo dois. E para o grupo três, etanol 80% e metanol 100% com resultados de 13,84 e 13,47 mg GAE 100 g⁻¹. Importante observação no grupo três, o solvente etanol 80% mesmo sendo um solvente misto, a quantidade de água se faz importante na extração, e visto que sua porcentagem é menor, onde o teor extraído está diretamente influenciado.

Outros estudos realizados como por Rodriguez et al. (2019) onde avaliaram extratos metanólicos 100% em farinhas do fruto de *Prosopis alba* em diferentes granulometrias, obtiveram resultados entre 198,00 a 350,00 mg GAE 100 g⁻¹ de farinha. Para Resende et al. (2019) avaliando extratos farináceos metanólico 50% e cetônico 50% de casca, casca não branqueada, endocarpo branqueado, farelo produzido manualmente e farelo da polpa sem lípidios de fruto do buriti (*Mauritia flexuosa*) obtiveram teores de fenólicos totais iguais a 934,6; 785,1; 114,9; 93,2; 676,8 e 740,1 mg GAE 100 g⁻¹. Já Pereira et al. (2018), avaliaram o fruto *in natura* de calabura inteiro utilizando um mix de solventes (metanol, acetona e água) nas concentrações (7:7:6) onde encontraram resultados próximos aos observado na farinha deste estudo, de 15,21 mg GAE 100 g⁻¹.

Estudo realizado por Castro et al. (2017), encontraram teores variáveis entre 5,60; 4,55 e 4,42 mg GAE 100 g⁻¹ em extratos aquosos de farinhas de taro obtidas por tratamento térmico diferencial em 70, 80 e 90 °C. Já Leão et al. (2017) extraíram compostos fenólicos das farinhas do pequi utilizando dois solventes em conjunto, metanol 50% e acetona 70%, onde obtiveram quantitativos fenólicos iguais a 17,42 e 15,49 mg GAE 100 g⁻¹ para as farinhas do epi-

carpo com mesocarpo, e farinha mesocarpo respectivamente.

De acordo com Alcântara et al. (2019) e Shafique et al. (2013), o uso isolado de um solvente pode extrair uma quantidade de compostos fenólicos inferior ao quando dois ou mais solventes são combinados durante a extração, visto que estudos avaliam o papel de interações de polaridades solvente-solvente em competição pela solvatação do soluto. Ainda, Alcântara et al. (2019) e Garcia-Salas et al. (2010) complementam que o uso misto de solventes depende intimamente da matriz alimentícia para que se extraia quantitativos superiores.

Os quantitativos de fenólicos totais neste estudo mesmo apresentando teores inferiores aos observados na literatura científica citada, com exceção do estudo realizado por Leão et al. (2017) onde os resultados estão próximos aos obtidos neste estudo, ainda apresentam satisfatórios, visto que, a variabilidade destes compostos sofre variação entre os produtos.

Com isto, a necessidade de se avaliar os mais diversos tipos de solventes na extração de compostos bioativos, como os fenólicos totais, são de grande importância científica visto que, apresentam importantes e desejáveis características para a formulação de novos produtos alimentícios e farmacológicos.

Conclusão

Os diferentes extratos obtidos a partir da farinha do fruto inteiro de *M. calabura* apresentaram satisfatórios conteúdos de fenólicos totais, sendo de importante aspecto na busca de novos produtos que apresentem em seus compostos químicos de segunda ordem, características bioativas a partir de um produto natural renovável.

Podemos concluir que, o estudo na determinação de um ótimo solvente que agregue um maior conteúdo de compostos fenólicos totais extraídos e que, também apresente uma baixa toxicidade na extração, possa garantir que o produto obtido seja amplamente desejado em nos mais variados processos industriais, como os observados nas indústrias de alimentos e farmacêuticas. Outro ponto importante que deve ser observado neste estudo são os solventes, água e etanol que apresentaram bons resultados de extração.

Já para o solvente metanol mesmo apresentando quantitativos importantes de extração de compostos fenólicos, o uso do mesmo é restringido para processos em que incluam seres humanos e animais, não sendo a melhor ou segunda melhor opção devido ao seu acentuado grau de toxicidade.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO, a CAPES, CNPq, FINEP, FAPEG e FAPESP pela bolsa de mestrado em Agroquímica para o primeiro autor e de doutorado em Ciências de Alimentos para o segundo autor.

Referências Bibliográficas

- ALCÂNTARA, M. A.; POLARI, I. de L. B.; MEIRELES, B. R. L. de A.; DE LIMA, A. E. A.; JÚNIOR, J. C. da S.; VIEIRA, É. de A.; DOS SANTOS, N. A.; CODEIRO, A. M. T. de M. Effect of the solvent composition on the profile of phenolic compounds extracted from chia seeds. **Food Chemistry**, v. 275, p. 489-496, 2019.
- BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.
- BECKMAN, C.H. Phenolic-storing cells: Keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants? **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 57, n. 3, p. 101-110, 2000.
- CASTRO, D. S de.; OLIVEIRA, T. K. B de.; LEMOS, D. M.; ROCHA, A. P. T.; ALMEIDA, R. D. Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de taro obtida em leite de jorro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-5, 2017.
- DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZALEZ, M. Reutilization of mango by-products: Study of the Effect of extraction solvent and temperature on their antioxidant properties. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 1, p. 80-88, 2012.
- FILHO, J. M. M.; NAGAI, L. Y.; NASCIMENTO, L. C. S.; NETO, A. A. C.; PENNA, A. L. B. Determinação do solvente ótimo para extração dos

- compostos fenólicos do fruto de buriti. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 3, p. 22-28, 2017.
- GARCIA-SALAS, P.; MORALES-SOTO, A.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Phenolic-compound-extraction systems for fruit vegetable samples. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 8813-8826, 2010.
- KOOLEN, H. H. F.; DA SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; DE SOUZA, A. Q. L.; DE SOUZA, A. D. L. Antioxidant, Antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS-MS. **Food Research International**, v. 51, p. 467-473, 2013.
- LEÃO, D. P.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; BASTOS, R.; COIMBRA, M. A. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146-153, 2017.
- MAHMOOD, N. D.; NASIR, N. L. M.; ROFIEE, M. S.; TOHID, S. F. M.; CHING, S. M.; TEH, L. K.; ZAKARIA, Z. A. *Muntingia calabura*: A review of its traditional uses, chemical properties, and pharmacological observations. **Pharmaceutical Biology**, v. 52, p. 1598-1623, 2014.
- MENEZES, A. C. P. F.; OLIVEIRA FILHO, J. G de.; CHRISTOFOLI, M.; CASTRO, C. F. de S. Atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais, carotenóides e provitamina A em extratos vegetais do Cerrado goiano. **Revista Uniciências (UNIC)**, v. 22, n. 1, p. 28-32, 2018.
- MENEZES, A. C. P. F.; JESUS, P. A.; SANTOS, H. C. F.; DEMINSKI, G. O.; CASTRO, C. F. de S. Produção de farinha da casca e arilo dos frutos de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex. Hayne). **Revista Informe Goiano, Circular de Pesquisa Aplicada**, v. 4, n. 4, p. 1-4, 2018.
- MENEZES, A. C. P. F.; OLIVEIRA FILHO, J. G de.; DEMINSKI, G. O.; JESUS, A. P.; ANDRADE, M. S. B de.; CASTRO, C. F. de S. Avaliação colorimétrica e caracterização morfológica por microscopia óptica de alta resolução das farinhas dos frutos do jatobá, jambolão e siriguela. **Multi Science Journal**, v. 1, n. 13, p. 286-293, 2018.
- NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Reviews of Phytopathology**, v. 30, p. 369-389, 1992.
- PEREIRA, G. A.; ARRUDA, H. S.; MORAIS, D. R de.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. M. Carbohydrates, volatile and phenolic compounds composition, and antioxidant activity of calabura (*Muntingia calabura* L.) fruit. **Food Research International**, v. 108, p. 264-273, 2018.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNEIRO, M.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant, foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v. 41, p. 274-285, 2008.
- PREETHI, K.; PREMASUDHA, P.; KEERTHANA, K. Anti-inflammatory activity of *Muntingia calabura* fruits. **Pharmacognosy Journal**, v. 4, n.30, p. 51-56, 2012.
- PREETHI, K.; VIJAYALAKSHMI, N.; SHAMNA, R.; SASIKUMAR, J. M. In vitro antioxidant activity of extracts from fruits of *Muntingia calabura* Linn. from India. **Pharmacognosy Journal**, v. 2, n. 14, p. 11-18, 2010.
- REBELLO, L. P. G.; RAMOS, A. M.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; CASTILLO-MUÑOZ, N.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Flour of banana (*Musa* AAA) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. **Food Research International**, v. 55, p. 397-403, 2014.
- RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food Chemistry**, v. 270, p. 53-60, 2019.
- REZAI, M.; FARHOOSH, R.; IRANSHAHI, M.; SHARIF, A.; GOLMOHAMDZADEH, S. Ultrasonic-assisted extraction of antioxidant compounds from Bene (*Pistacia atlântica* subsp. *mutica*) hull using various solvents of different physicochemical properties. **Food Chemistry**, v. 173, p. 577-583, 2015.
- RODRIGUEZ, I. F.; PÉREZ, M. J.; CATTANEO, F.; ZAMPINI, I. C.; CUELLO, A. S.; MERCADO, M. I.; PONESSA, G.; ISLA, M. I. Morphological, histological, chemical and functional characterization of *Prosopis alba* flours of different particle sizes. **Food Chemistry**, v. 274, p. 583-591, 2019.
- SHAFIQUE, M.; HUSSAIN, S.; ASIF, S.; PRADHAN, V.; FAROOQUI, M. Thermodynamic characteristics of solvents: A review. **Research Journal of Chemical Sciences**, v. 3, n. 11, p. 98-104, 2013.
- VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; DE LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.