

Avaliação de diferentes métodos de extração e atividade antioxidante de compostos bioativos do resíduo madeireiro de maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.)

Evaluation of different extraction methods and antioxidant activity of bioactive compounds from the maçaranduba wood residue (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.)

DOI 10.32712/2446-4775.2021.948

Santos, Marcio Antônio Castanho dos¹; Viana, Alciene Ferreira da Silva¹; Silva, Bruno Alexandre da¹; Santos, Alessandra da Silva²; Abreu, Alcicley da Silva¹; Moreira, Debora Kono Taketa^{3*}.

¹Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Laboratório de Farmacognosia, Instituto de Saúde Coletiva, Unidade Tapajós, Rua Vera Paz, s/n, Salé, CEP 68040-255, Santarém, PA, Brasil.

²Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas, Avenida Mendonça Furtado, 2946, Aldeia, CEP 68040-050, Santarém, PA, Brasil.

³Instituto Federal de Brasília (IFB/ Cam), campus Gama, Rodovia DF-480 SMA, Lote 1, Gama, CEP 72429-005, Brasília, DF, Brasil.

*Correspondência: deboraktmoreira@gmail.com.

Resumo

A preocupação com o meio ambiente tem sido constante nos últimos tempos, principalmente quando se trata de aproveitamento adequado de resíduos, pois são depositados de maneira inapropriada, podendo contribuir para efeitos nocivos ao meio ambiente. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos de extração de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante do resíduo madeireiro de maçaranduba. A coleta da amostra foi cadastrada no ICMBio e a serragem da madeira foi doada e coletada a partir de seu desdobro secundário na indústria. Posteriormente, o material passou pelo processo de secagem, homogeneização e extração de compostos fenólicos por diferentes métodos. O método de extração por ultrassom assistida extraiu mais compostos fenólicos e flavonoides e conseqüentemente obteve maior capacidade antioxidante, quando comparado com os métodos por percolação, alta pressão e soxhlet, demonstrando o potencial desse resíduo madeireiro.

Palavras-chave: Resíduo. Madeira. Fenólicos. Amazônia.

Abstract

Concern about the environment has been constant in recent times, especially when it comes to the proper use of waste, as it is improperly deposited and may contribute to harmful effects on the environment. In this

sense, the objective of this work was to evaluate different phenolic compounds extraction methods and the antioxidant capacity of the maçaranduba wood residue. The sample collection was registered at ICMBio and the sawdust of wood was donated and collected from its secondary development in the industry. Subsequently, the material went through the process of drying, homogenization and extraction of phenolic compounds by different methods. The assisted ultrasound extraction method extracted more phenolic and flavonoid compounds and consequently obtained higher antioxidant capacity when compared to percolation, high pressure and soxhlet methods, demonstrating the potential of this wood residue.

Keywords: Waste. Wood. Phenolic. Amazon.

Introdução

A maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.) está inserida no reino Plantae, filo Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Ebenales, e família Sapotaceae a qual possui em torno de 58 gêneros e 1.250 espécies, e só no Brasil verifica-se a presença de 11 gêneros e 231 espécies desta família, sendo 2 gêneros e 104 espécies endêmicas^[1]. Essa árvore é uma das mais empregadas em estruturas de madeira, principalmente, nas regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA^[2], a madeira de maçaranduba é valorizada economicamente por sua alta densidade (densidade aparente na direção das fibras de 1,143 Kg.m⁻³ e 82,9 MPa), resistência ao ataque de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos e por ser uma das espécies mais abundantes da Amazônia, sendo utilizada em quase 90% das serrarias^[3,4].

No setor madeireiro, apesar dos avanços tecnológicos, o desperdício na obtenção de madeira ainda é muito expressivo. Segundo Fontes^[5], a definição de resíduo madeireiro é tudo aquilo que sobra de um processo de produção industrial ou exploração florestal. Assim, estima-se que apenas 40 a 60% do volume total de uma tora sejam aproveitados durante o seu processamento, sendo a serragem um tipo de resíduo, o qual é originado a partir do uso das serras, que pode chegar a 12% do volume total de matéria-prima, gerando uma grande perda residual^[6].

Além da perda econômica, os resíduos madeireiros geram um problema para o meio ambiente quando disposto de forma inadequada. Entretanto, segundo Melo^[7], esses resíduos são fontes imensuráveis de substâncias farmacologicamente ativas, como por exemplo, o gênero *Manilkara* apresenta atividade biológica, antibacteriana, antiparasitária, citotóxica, antitumoral e antioxidante, podendo auxiliar no tratamento de inflamações, febre, hemorragia pós-parto, dores de estômago, além de possuir ação cicatrizante^[8]. Portanto, o uso dos resíduos madeireiros como fontes alternativas para extração de compostos bioativos pode ser aplicado para a obtenção de fitoterápicos, fármacos (substâncias ativas isoladas), adjuvantes (produtos utilizados na formulação de medicamentos) e seu uso em cosméticos, como forma de aproveitamento e agregação de valor para esses resíduos^[9,10].

As pesquisas de bioprospecção dos biomas brasileiros vêm sendo incrementadas por conta da busca racional de bioprodutos de valor agregado, nas quais priorizam as descobertas e a criação de fármacos que proporcionam o avanço da pesquisa básica multidisciplinar, e o desenvolvimento tecnológico na realização de bioensaios e estudos fitoquímicos^[11]. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes métodos de extração de compostos bioativos e a capacidade antioxidante de resíduo madeireiro de maçaranduba, como forma de transformar um resíduo em matéria-prima.

Material e Métodos

Obtenção da matéria-prima

A coleta da amostra foi cadastrada no ICMBio e a serragem da madeira identificada como *Manilkara huberi* (Ducke) Standl.. A amostra foi coletada a partir de seu desdobro secundário na indústria de madeira Algimi Florestal Indústria de Pisos de Madeiras Ltda., em fevereiro de 2019. Posteriormente, o material passou pelo processo de secagem em estufa a 45°C durante 96 h, moído em moinho de facas, homogeneizado em peneiras de 26 mesh e armazenadas em sacos de polipropileno em freezer a - 40°C.

Obtenção dos extratos

Os compostos bioativos do resíduo de Maçaranduba foram extraídos por quatro diferentes métodos de extração:

Extração por alta pressão: O método de extração por alta pressão foi realizado em autoclave automática por 1 ciclo de 15 minutos, com pressão de 1 ATM. Em recipiente de vidro âmbar, com capacidade para 50 mL, foi pesado 1,25 g do resíduo, adicionado 25 mL de água destilada e levado para a autoclave. Em seguida a amostra foi filtrada em filtro de papel qualitativo, congelada em freezer e liofilizada em liofilizador Liotop L101.

Extração por Ultrassom assistida: A extração assistida por ultrassom foi realizada em erlenmeyer de vidro de 50 mL, onde foram adicionados 1,25 g de resíduo, 25 mL de etanol 80% e levado em banho ultrassom a 37°C por 60 minutos. Após esse período, o extrato foi filtrado em filtro de papel qualitativo; retirado o etanol com auxílio de rotaevaporador com pressão reduzida a 37°C; congelado em freezer e liofilizado em liofilizador Liotop L101.

Extração pelo método de Soxhlet: O extrato foi obtido utilizando 20 g de resíduo e etanol PA em aparelho extrator do tipo soxhlet acoplado em balão de fundo redondo, manta aquecedora, condensador e banho ultratermostático a 2°C. A extração total foi caracterizada pela observação da limpidez do solvente extrator, o que totalizou aproximadamente 8 horas de extração. Após esse período, o extrato foi filtrado em filtro de papel qualitativo; retirado o etanol com auxílio de rotaevaporador com pressão reduzida a 37°C; congelado em freezer e liofilizado em liofilizador Liotop L101.

Extração pelo método de Percolação: Para a obtenção do extrato por percolação foi utilizado 5 g de resíduo seco e etanol 80 % como líquido extrator. Foi empregado um percolador com velocidade de gotejamento de 10 gotas. min⁻¹, até o líquido percolado não apresentar mais coloração. Após este processo, o solvente foi retirado em aparelho rotaevaporador com pressão reduzida a 37°C e, em seguida congelado e liofilizado em liofilizador Liotop L101.

Análises fitoquímicas

Para a quantificação dos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu^[12] utilizando diferentes concentrações do extrato. O ensaio foi realizado adicionando 0,5 mL da amostra, 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 5% e 2,0 mL de carbonato de sódio 4% em tubo de ensaio. Em seguida, as amostras foram agitadas em vortex e mantidas em ausência de luz durante 2 horas. Após este período foram realizadas as leituras a 740 nm em espectrofotômetro. Foi realizado um branco, utilizando água destilada no lugar da amostra. Os resultados foram calculados a partir de uma curva padrão de ácido gálico ($y = 83,532x - 0,5777$ e

$R^2 = 0,99$) e expresso em microgramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por miligrama de extrato liofilizado.

Os flavonoides totais foram determinados usando o método de cloreto de alumínio^[13]. Para o ensaio foram adicionados 0,6 mL de amostra, 2,4 mL de solução cloreto de alumínio a 0,1% em tubo de ensaio e deixados por 30 min na ausência de luz. Após este período foram realizadas leituras a 420 nm em espectrofotômetro. Para o branco foi utilizado água destilada no lugar da amostra. Os resultados foram calculados a partir de uma curva padrão de rutina ($y = 189,87x - 3,5841$ e $R^2 = 0,99$) e expresso em microgramas de equivalente de rutina (ERT) por miligrama de amostra seca.

Avaliação da capacidade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de sequestro do radical DPPH (2,2-difenilpicril-hidrazila) conforme estudos de Brand-Williams *et al.*^[14], com algumas modificações. A mistura reacional foi composta pela adição de 2,4 mL de solução etanólica de DPPH ($29 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) a 0,6 mL de amostra. Foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 516 nm até a absorbância se manter constante (80 min). Foram realizadas diferentes concentrações da amostra diluída em etanol, um branco apenas com etanol e um controle negativo usando etanol em substituição a amostra. A análise foi realizada em triplicata. O resultado foi expresso em EC50 (Concentração em $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ da amostra necessária para reduzir 50% do radical), o qual foi calculado por regressão linear da concentração dos extratos pela atividade antioxidante (%).

A capacidade antioxidante pelo método de sequestro do radical ABTS foi determinada conforme metodologia descrita por Re *et al.*^[15] modificada por Rufino *et al.*^[16]. A solução estoque do radical ABTS foi composta por 7 mM de ABTS com 140 mM de persulfato de potássio diluído em água, e a mistura foi mantida no escuro à temperatura ambiente por 16 h. Posteriormente, o radical foi diluído em etanol até obter uma absorbância de 0,80 no comprimento de onda de 734 nm. Para o ensaio, foram adicionados 15 μL do extrato e 1500 μL da solução radical ABTS, homogeneizados em agitador de tubos, e a leitura realizada em espectrofotômetro a 734 nm após 6 min de reação. Foi realizado um controle negativo substituindo o volume da amostra por solvente. O resultado foi expresso em EC50 (Concentração em $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ da amostra necessária para reduzir 50 % do radical), o qual foi calculada por regressão linear da concentração dos extratos pela atividade antioxidante (%).

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média seguida do desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para comparações entre as médias foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o software Minitab 16.

Resultados e Discussão

As análises descritas na **TABELA 1** resultaram em valores médios quanto ao teor de compostos fenólicos presentes no resíduo de Maçaranduba em diferentes métodos de extrações, sendo que o ultrassom apresentou a maior concentração de fenólicos totais $48,02 \pm 0,16 \mu\text{g}$ de EAG/ mg com diferença significativa, seguido do método de percolação, soxhlet e autoclave. Para o teor de flavonoides totais,

observou-se que o método por ultrassom assistida extraiu significativamente os flavonoides que os demais métodos, apresentando média de $55,47 \pm 0,15 \mu\text{g}$ de ERT/mg.

TABELA 1: Teor de fenólicos totais e Flavonoides Totais de extratos do resíduo de Maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.) por diferentes métodos de extrações.

Método de Extração	Fenólicos Totais (μg de EAG/ mg)	Flavonoides Totais (μg de ERT/mg)
Percolação	$43,53 \pm 0,27^b$	$6,16 \pm 0,61^c$
Ultrassom	$48,02 \pm 0,16^a$	$55,47 \pm 0,15^a$
Autoclave	$29,79 \pm 0,14^d$	$5,43 \pm 0,53^c$
Soxhlet	$36,96 \pm 0,50^c$	$12,9 \pm 10,95^b$

*Letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ao analisar o cerne da madeira de *Manilkara huberi* (Ducke) Standl., proveniente do estado do Pará^[3], verificou-se a presença de esteroides, terpenóides, saponinas e flavonoides, onde foram identificados 12 compostos: ácido hexadecanoico (rendimento de 3,06%), ácido dodecanoico (1,43%), ácido decanoico (10,91%), hexadecanoato de metila (7,56), hexanoato de benzila (1,85%), benzoato de benzila (7,13%), benzoato de 2- metilfenila (6,05%), 2-fenil-dodecano (0,87), 4-fenil-dodecano (0,88%), benzaldeído (28,65%), 2,4-uncadecadienal (18,83%) e álcool benzílico (35,80%). Apresentando alguns desses compostos atividade antioxidante.

A determinação da atividade antioxidante pelo sequestro do radical dada em EC50 é a concentração mínima necessária, para o antioxidante reduzir em 50% a concentração inicial do radical. Desta forma, quanto menor o seu valor, maior é a capacidade antioxidante dos compostos presentes. De acordo com esta afirmativa, os resultados descritos na **TABELA 2** mostram que a melhor capacidade de redução do radical livre foi apresentada pelo método de extração Ultrassom e Soxhlet, com médias de 0,70 e 0,75 mg, respectivamente. Resultados com potencial antioxidante inferior aos descritos neste trabalho, foram encontrados em extratos de *Manilkara sapota* Van Royen apresentando médias entre 1,77 e 1,02 EC50 (mg)^[17].

A capacidade de redução do radical ABTS expressa em EC50 avaliada nos resíduos de Maçaranduba aponta que não houve diferenciação entre os resultados dos extratos autoclave e soxhlet com médias de 5,35 e 5,37 em EC50. O mesmo ocorreu com os extratos percolação e ultrassom apresentando médias entre 4,59 e 4,46 mg, sendo possível observar que os mesmos obtiveram os menores valores de EC50, demonstrando possuir a maior capacidade antioxidante com relação aos outros métodos extrativos.

TABELA 2: Atividade Antioxidante de extratos do resíduo de Maçaranduba em diferentes métodos de extração.

Método de Extração	ABTS (EC50 mg)	DPPH (EC50 mg)
Percolação	$4,59 \pm 0,18^b$	$0,81 \pm 0,04^b$
Ultrassom	$4,46 \pm 0,14^b$	$0,70 \pm 0,02^c$
Autoclave	$5,35 \pm 0,21^a$	$0,91 \pm 0,04^a$
Soxhlet	$5,37 \pm 0,32^a$	$0,75 \pm 0,02^{bc}$

*Letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Existem diversos fatores que interferem nos resultados das análises e estão estritamente correlacionados como, por exemplo, a polaridade do solvente, a temperatura de extração e o tipo de composto extraído^[18]. Portanto, quando são comparados diferentes métodos de extração é necessário considerar a composição de cada extrato obtido, pois cada método vai apresentar diferentes combinações de compostos no extrato obtendo, por conseguinte, diferentes bioatividades.

De acordo com os resultados obtidos, podemos afirmar que o método de extração por Ultrassom teve destaque positivo nas análises, e uma das hipóteses para essa relevância seria a de que no método ocorre um fenômeno de cavitação que é gerado através da formação e implosão de bolhas de gás dissolvido no meio, podendo atingir fortemente a matriz sólida e causar a desintegração de células vegetais, o que gera efeitos no processo de extração, melhorando a difusão do solvente e a transferência de massa dos compostos, diminuindo o tempo de extração e aumentando a eficiência do processo^[19]. Além disso, esse método possibilita o uso de pouca quantidade de solvente, temperatura branda, equipamento barato, procedimento simples e rápido.

O método de extração Soxhlet apresentou médias satisfatórias com relação aos compostos fenólicos e principalmente atividade antioxidante, demonstrando diferença em relação aos outros métodos que tiveram uma maior notoriedade devido ao etanol extrair tanto substâncias com caráter apolar quanto polar, além da influência do tempo de extração e a temperatura, pois muitas substâncias são termolábeis e outras podem sofrer modificações estruturais irreversíveis em exposição a altas temperaturas durante a extração^[20,21,22].

O método de Percolação apontou resultados abaixo do esperado para as análises de flavonoides, ABTS e DPPH. Este comportamento pode ser relativo à elevada quantidade de solvente evaporado durante a passagem do líquido extrator através da matriz vegetal^[23].

A extração feita pela metodologia de alta pressão utilizando a autoclave foi a menos eficiente, apresentando menores resultados para fenólicos, flavonoides e capacidade antioxidante dentre todas as amostras analisadas. Esses resultados podem estar relacionados com a alta temperatura empregada na extração, que foi de 121°C, o que levou à degradação térmica dos compostos fenólicos termossensíveis presentes na matriz vegetal das amostras de *Manilkara huberi* (Ducke) Standl.

Pesquisas relacionadas à presença de fenólicos totais, flavonoides totais, DPPH e ABTS, em diferentes métodos de extração do resíduo madeireiro de *Manilkara huberi* (Ducke) Standl., ainda são escassas na literatura. Outras espécies florestais do gênero *Manilkara* foram estudadas e comprovou-se a presença destes metabólitos secundários em partes dessas árvores como folhas, frutos, cerne e madeira ^[24,25].

Conclusão

Assim, o resíduo florestal de Maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.) apresentou compostos bioativos em sua matriz, sendo a extração assistida por ultrassom o melhor método para extrair os compostos fenólicos e flavonoides e obter uma maior capacidade antioxidante, quando comparado aos métodos de extração por Soxhlet, Percolação e Autoclave.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, pelo financiamento da pesquisa.

Referências

1. Hirai EH, Carvalho JOP, Pinheiro KAO. Estrutura da população de maçaranduba (*Manilkara huberi* Standley), em 84 ha de floresta natural na fazenda Rio capim, Paragominas, PA. **Rev Ciên Agr.** 2008; 49(1): 65-76. ISSN 2177-8760.
2. Brasil. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Banco de dados de madeiras brasileiras.** Disponível em: [\[Link\]](#). Acesso em: 14 nov. 2019.
3. Gomes, PB. **Química e atividade antimicrobiana de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. (maçaranduba).** Recife, 2006. Dissertação de Mestrado [Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial] - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Recife-PE, 2006. [\[Link\]](#).
4. Molina JC, Neto CC, Christoforo AL. Resistência à tração de emendas dentadas de madeira de *Manilkara huberi* para o emprego em madeira laminada colada. **Amb Const.** 2016; 16 (1): 221-227. ISSN 1415-8876. [\[CrossRef\]](#).
5. Fontes PJP. **Auto-suficiência Energética em Serraria de Pinus e Aproveitamento dos Resíduos.** Curitiba, 1994. Dissertação de Mestrado [Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal] - Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba-PR, 1994.
6. Mady FTM. **Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais.** SEBRAE - Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico. Manaus-AM, 2000, 212 p.
7. Melo LES. **Estudo químico de resíduos madeireiros de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson, *Acacia mangium* (Willd.) e *Dipteryx polyphylla* Huber.** Manaus, 2016. 224 f. Tese de Doutorado [Programa de Pós-Graduação em Química] - Universidade Federal do Amazonas, UFAM. Manaus-AM, 2016.
8. Fernandes CP. **Estudo fitoquímico e biológico da espécie vegetal *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard.** Niterói, 2011. Dissertação de Mestrado [Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos Para Saúde] - Universidade Federal Fluminense, UFF. Niterói-RJ, 2011.
9. Rates SMK. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de Farmacognosia. **Rev Bras Farmacogn.** 2001; 11(2): 57-59. ISSN 0102-695. [\[CrossRef\]](#).
10. Schenkel LC, Gosmann G, Petrovick PR. **Produtos de origem vegetal e o desenvolvimento de medicamentos.** In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2003; p. 371-400.
11. Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, De Melo JCP, Mentz LA, Petrovick PR. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.
12. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin- Ciocateau reagent. **Meth Enzymol.** 1999; 299: 152- 78. [\[CrossRef\]](#).
13. Schmidt e Ortega G. Passionsblumenkraut: Bestimmung des Gesamt flavonoid gehaltes on *Passiflorae herba.* **Deut Apoth Zeitung.** 1993; 47: 17-26. ISSN 0011-9857.

14. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol*. 1995; 28(1): 25-30. ISSN 0023-6438. [[CrossRef](#)].
15. Re R, Pelegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 1999; 26 (9-10): 1231-1237. ISSN 0891-5849. [[CrossRef](#)].
16. Rufino MSM *et al*. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Embrapa Agroindústria Tropical. *Comunicado Técnico 125*, 2006, 4 p. Disponível em: [[Link](#)].
17. Teixeira NL, Lima AM, Silva JM, Carvalho LFM. Screening fitoquímico e avaliação do potencial de captura do radical DPPH pelos extratos de *Manilkara sapota* L. In: *Anais do VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação*, Palmas-TO. 2012, 8 p.
18. Dai J *et al*. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food Chem Toxicol*. 2009; 47(4): 837-847. ISSN 0278-6915. [[CrossRef](#)].
19. Esclapez MD, García-Pérez JV, Mulet A, Cárcel JA. Ultrasound-Assisted Extraction of Natural Products. *Food Eng Reviews*. 2011; 3(2): 108-120. ISSN 18667910. [[CrossRef](#)].
20. Karabegović, IT, Stojičević SS, Veličković DT, Todorović ZB, Nikolić NČ, Lazić ML. The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts. *Ind Crops Prod*. 2014; 54: 142- 148. ISSN 0926-6690. [[CrossRef](#)].
21. Yamini, Y. Khajeh M, Ghasemi E, Mirza M, Javidnia K. Comparison of essential oil compositions of *Salvia mirzayanii* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chem*. 2008; 108(1): 341–346. ISSN 0308-8146. [[CrossRef](#)].
22. Tiwari P, Kumar B, Kaur M, Kaur G, Kaur H. Phytochemical screening and Extraction: A Review. *Internat Pharm Sci*. 2011; 1(1): 98-106. ISSN 2231-5896.
23. Takeuchi TM, Leal PF, Favareto R, Cardozo-Filho L, Corazza ML, Rosa PTV, Meireles MAM. Study of the phase equilibrium formed inside the flash tank used at the separation step of a supercritical fluid extraction unit. *J Supercr Fluids*. 2008; 43(3): 447-459. ISSN 0896-8446. [[CrossRef](#)].
24. Ma J, Luo XD, Protiva P, Yang H, Ma C, Brasile MJ. Bioactive novel polyphenols from the fruit of *Manilkara zapota*. *J Nat Prod*. 2003; 66(7): 983-986. ISSN 0972-7957. [[CrossRef](#)].
25. Silva SJ. **Estudo químico em resíduos madeireiros e florestais de espécies secretoras: Bursereaceae e *Manilkara huberi***. Manaus, 2015. 125 f. Dissertação de Mestrado [Programa de Pós-Graduação em Química] - Universidade Federal do Amazonas, UFAM. Manaus-AM, 2015.

Histórico do artigo | Submissão: 02/01/2020 | Aceite: 19/10/2020 | Publicação: 31/03/2021

Conflito de interesses: O presente artigo não apresenta conflitos de interesse.

Como citar este artigo: Santos MAC, Viana AFS, Silva BA, Santos AS *et al*. Avaliação de diferentes métodos de extração e atividade antioxidante de compostos bioativos do resíduo madeireiro de maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Standl.). *Rev Fitos*. Rio de Janeiro. 2021; 15(1): 32-39. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/948>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.
