

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE SECAGEM SOBRE A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO DE *Myrciaria cauliflora*

Osmar dos Reis Antunes Junior¹, Claudia Marques da Silva², Claudinei Luiz Saibert³,
Beatriz Pereira Moreno⁴, Cássia da Silva Cerri⁵, Letycia Lopes Ricardo⁶

¹Acadêmico do Curso de Farmácia, Uniamérica, Polo Biopark, Toledo/PR. odra.jr@gmail.com

²Laboratorista, Parque Científico e Tecnológico Biopark, Toledo/PR. claudia.marques@biopark.com.br

³Professor do Curso Técnico em Farmácia, Parque Científico e Tecnológico Biopark, Toledo/PR. claudinei.saibert@biopark.com.br

⁴Técnica Bolsista, COMCAP, UEM, Maringá/PR. pereira_moreno@hotmail.com

⁵Laboratorista, Parque Científico e Tecnológico Biopark, Toledo/PR. cassia.cerri@biopark.com.br

⁶Orientadora, Doutora do Curso de Farmácia, Uniamérica, Polo Biopark, Toledo/PR. letycia.ricardo@biopark.com.br

RESUMO

O processamento de alimentos gera muitos resíduos, assim, o aproveitamento destes vem se apresentando como uma boa alternativa para o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável. O fruto da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), devido ao seu alto poder nutricional e potencial bioativo, é consumido *in natura* e também utilizado em sucos, geléias, vinhos, e licores, o que confere grande potencial na indústria alimentícia, porém, a casca da jabuticaba é um subproduto pouco utilizado. Estudos revelam a presença de diversas substâncias, entre elas, destacam-se as antocianinas, o que confere uma atividade antioxidante. Dessa forma, os frutos da jabuticabeira foram colhidos, selecionados e despulpados e a casca foi submetida a diferentes processos de secagem, afim de avaliar qual processo melhor conserva o teor das substâncias responsáveis por tal atividade. As cascas das jabuticabas foram secas em leito fluidizado, estufa com ventilação forçada de ar e em liofilizador, após seco o material foi triturado para definição da uniformidade. Posteriormente o material vegetal pulverizado foi submetido à extração com metanol, formando os extratos brutos metanólicos dos diferentes tipos de secagem, para então realizar a atividade antioxidante por meio da porcentagem de inibição do DPPH. O melhor resultado foi observado para secagem em liofilizador, que apresentou um IC₅₀ igual a 64,4871 µL mL⁻¹, já os extratos brutos obtidos em leito fluidizado e estufa com ventilação forçada de ar apresentaram um IC₅₀ de 177,7965 µL mL⁻¹ e 261,0688 µL mL⁻¹, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Antocianinas; DPPH; Estufa com ventilação; Leito fluidizado; Liofilizador.

1 INTRODUÇÃO

As jabuticabeiras possuem uma vasta distribuição geográfica, estando presente em diversos biomas brasileiros, como floresta amazônica, caatinga, cerrado, mata atlântica e pampa. A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*) pertence à família Myrtaceae é uma árvore frutífera, e bastante difundida no Brasil. Os frutos são do tipo baga globosa que apresentam até 3 cm de diâmetro, sua casca é avermelhada quase preta, polpa esbranquiçada, agridoce, altamente saborosa, e geralmente possui uma única semente (LIMA *et. al*, 2008). O fruto da jabuticabeira, além de ser consumido *in natura* também é utilizado na forma de sucos, geléias, vinhos, licores, bebidas fermentadas, entre outros, e devido ao seu alto poder nutricional e potencial bioativo, vem se destacando na indústria alimentícia. A literatura relata a presença de diversas compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário da espécie, e por esse motivo a propriedade mais explorada é o seu alto potencial antioxidante.

A casca da jabuticaba é um subproduto pouco utilizado, que constitui cerca de 30% a 40% do peso da fruta. São ricas em pigmentos, podendo ser utilizadas como corantes, reduzindo o uso de artificiais. As principais antocianinas encontradas na casca deste fruto são: delphinidina-3-O-glicosídeo e a cianidina-3-O-glicosídeo, e suas concentrações aumentam em até quatro vezes quando a fruta atinge seu estágio final de maturação (INADA *et. al*, 2015; PEREIRA *et. al*, 2017).

O processamento de alimentos leva a geração de muitos resíduos, e o tratamento e descarte destes tem efeito direto sobre o preço dos produtos. O aproveitamento desses

resíduos vem se apresentando como uma boa alternativa para o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável. No estudo de produtos naturais, a secagem do material vegetal visa reduzir teores de umidade, permitindo uma conservação adequada do mesmo, além de manter sua qualidade física e química por mais tempo. O excesso de umidade pode levar ao desenvolvimento de fungos e bactérias e ativar a ação de enzimas que degradam constituintes químicos (FARIAS, 2003). Por esse motivo é importante aplicar metodologias de secagem que possam garantir teores de substâncias ativas.

Dessa forma, os frutos da jabuticabeira foram colhidos, selecionados e despulpados e a casca foi submetida a diferentes processos de secagem, a fim de avaliar qual processo melhor conserva o teor de substâncias responsáveis pela atividade antioxidante, para que posteriormente após secagem e pulverização do extrato, este seja incorporado no revestimento de comprimidos e também na composição de nutracêuticos, agregando valor a um subproduto da indústria alimentícia e contribuindo para a sustentabilidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL VEGETAL

Os frutos da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), da variedade sambará foram cultivadas e coletadas no distrito de Novo Sarandi, no município de Toledo, Paraná (23°33'50,0"S e 53°53'36,2"W). Os frutos foram colhidos de forma manual diretamente das jabuticabeiras, totalizando uma massa de aproximadamente 70 kg. Após a coleta, os frutos foram submetidos a um processo de seleção, retirando as jabuticabas que apresentavam lesões, fungos ou outro contaminante.

Os frutos foram higienizados em água corrente e em seguida imersos em uma solução 2% de hipoclorito de sódio por 30 minutos e lavados abundantemente em água corrente. Posteriormente foi realizado o processo de despulpa dos frutos, de forma manual, a polpa e as sementes foram descartadas, e a casca e a parte residual da polpa seguiu para etapa de secagem. Esse procedimento e os demais que serão citados foram realizados no Laboratório de Tecnologia Farmacêutica do Parque Científico e Tecnológico de Biociências – Biopark, situado em Toledo, PR.

2.2 SECAGEM DO MATERIAL VEGETAL

Para o processo de secagem, o material vegetal foi seco em leito fluidizado (JSLF), estufa com ventilação forçada de ar (JSEVF) e liofilização (JSL). O extrato JSLF foi obtido em leito fluidizado modelo MD FBE 5.0 com capacidade de 5 litros (Figura 1-a), filtro de inox primário diâmetro 0,25 mm, filtro saída de ar atmosférico em tecido secundário de 250 µm, potência do aquecedor 35000 W, motor do ventilador 2 CV 220V, com corrente de ar ascendente aquecida, em temperatura suficiente para levar a fluidização da casca do fruto, com movimentação destas no recipiente de inox, fazendo com que o processo de retirada da água fosse acelerado e a secagem acontecesse de forma mais homogênea. Para 1,545 Kg de casca, o fluxo de ar foi na vazão de 600 m³/h, a temperatura do ar no processo foi de 40 °C e o tempo total foi de 11h.

Para obtenção do JSEVF foi utilizada uma estufa com ventilação forçada de ar (Figura 1-b), onde a circulação do ar no seu interior é feita por um ventilador situado na parte de trás do equipamento; na parte superior situam-se as resistências elétricas responsáveis pelo aquecimento de ar de entrada, dotadas de uma potência total de 1500 W. O controle da temperatura foi realizado por meio de um termostato modelo PT100 ligado ao um controlador digital que aciona as resistências elétricas. Nesse processo, as

cascas foram espalhadas uniformemente em bandejas de inox, e secas por 93h. O fluxo de vazão de ar foi de 300 m³/h, e a temperatura foi de 40 °C.

O material vegetal JSL foi obtido em um liofilizador, que é um equipamento que permite a secagem de materiais sem a necessidade de aquecê-los. O princípio físico envolvido na liofilização é a sublimação, que é a passagem direta do estado sólido para o gasoso, sem a passagem pelo estado líquido. Para que o processo ocorra, o produto congelado é seco sob vácuo, sem ocorrer o seu descongelamento. O processo foi realizado em um liofilizador (Figura 1-c), modelo LS6000 com capacidade de 6 Kg, e potência de 1 KVA/127V. Para esse procedimento, o casca foi congelada previamente e submetida a vácuo de 205 mmHg, com temperatura de -50 °C, por 48h. Após os processos de secagem, o material seco (JSLF, JSEVF e JSL) seguiram para a etapa de trituração para definição da uniformidade e qualidade granulométrica.

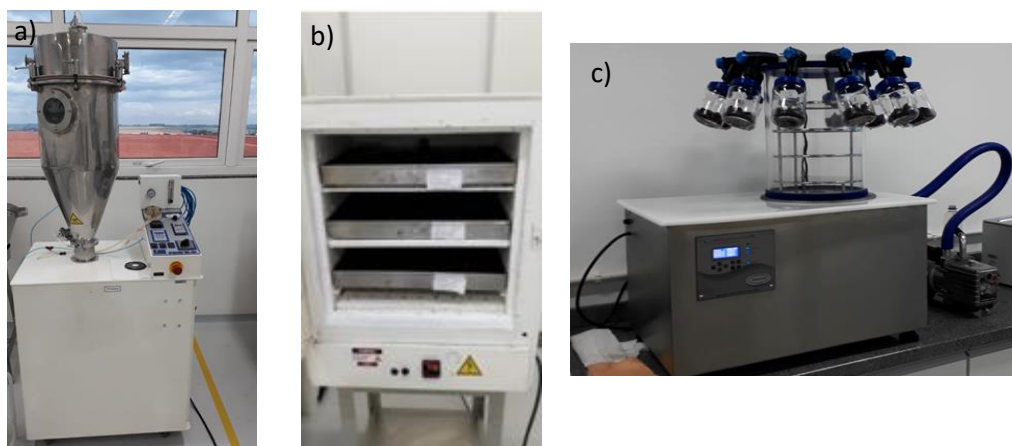


Figura 1: Equipamentos utilizados para secagem do material vegetal. (a) Leito fluidizado (b) Estufa com circulação forçada de ar (c) liofilizador

Fonte: Os autores

2.3 PREPARAÇÃO DO EXTRATO BRUTO

Aproximadamente 30 g do material vegetal seco e triturado pelos 3 processos (JSLF, JSEVF e JSL) foram submetidos à extração com 200 mL de metanol, à frio, por maceração exaustiva. Após remoção do solvente sob vácuo em rotaevaporador rotatório à temperatura de 33-35 °C obteve-se o extrato bruto metanólico da secagem em leito, estufa e liofilizador.

2.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O teste foi realizado segundo Brand-Williams (1995), com algumas modificações. Primeiramente foram preparadas soluções estoques do extrato bruto JSLF, JSEVF e JSL a serem testadas, utilizando uma concentração de 2 mg mL⁻¹. De cada solução estoque foram pipetados em balões volumétricos de 5 mL vários volumes em µL (20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 e 300), de modo a obter-se diferentes concentrações. Em seguida completou-se até 2 mL com uma solução metanólica de DPPH (0,159 mmol L⁻¹), sendo os balões protegidos da luz por 30 min. A coloração roxa do DPPH é alterada na presença de um antioxidante tornando-se amarela (Figura 2), alterando assim a absorbância, a qual foi monitorada por um espectrofotômetro Quimis, modelo Q898U2M5 em 515,5 nm. Utilizou-se como branco uma cubeta com metanol e uma cubeta com a solução metanólica de DPPH como controle negativo. Todo o experimento foi realizado em triplicata.

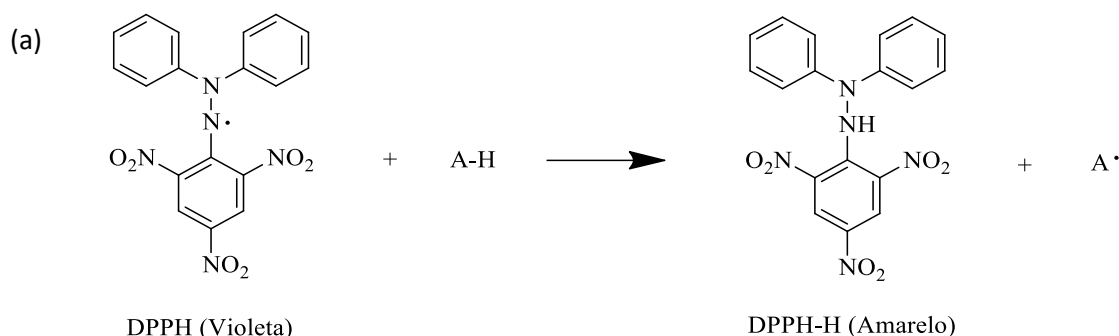


Figura 2: (a) Reação do DPPH em contato com o antioxidante;
(b) Mudança de coloração na presença de substâncias antioxidantes.

Fonte: Os autores

A atividade antioxidante foi calculada por meio da porcentagem de inibição do DPPH, usando a equação (1), onde I% = porcentagem de inibição, A_0 = absorvância média da solução de DPPH (controle negativo) no fim da reação e A_x = absorvância média da solução de DPPH com as amostras testadas no fim da reação. A concentração na qual ocorre cinquenta por cento de inibição, IC_{50} , foi calculada através do gráfico de inibição (%) versus concentração ($mg\ mL^{-1}$)

$$I\% = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

A baixa absorvância e o aumento da porcentagem de inibição indicam atividade sequestrante de radicais livres. Os dados da análise de capacidade antioxidante pelo método de inibição do DPPH também foram expressos na forma do índice de atividade antioxidante (IAA) proposto por Scherer e Godoy (2009). Este índice é calculado pela razão da concentração de radical DPPH ($\mu g\ mL^{-1}$) pelo valor de IC_{50} ($\mu g\ mL^{-1}$), sendo que quando o valor obtido de IAA $< 0,5$, o extrato possui baixa atividade antioxidante; $0,5 < IAA < 1,0$ a atividade antioxidante do extrato é moderada; $1,0 < IAA < 2,0$, o extrato possui atividade antioxidante forte; e $IAA > 2,0$, a atividade antioxidante do extrato é muito forte.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram comparados pela análise de variância (ANOVA) com nível de 5% de significância utilizando o programa Statistica 8.0 (StatSoft, USA, 2007). Os valores médios foram comparados pelo Teste de Tukey.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

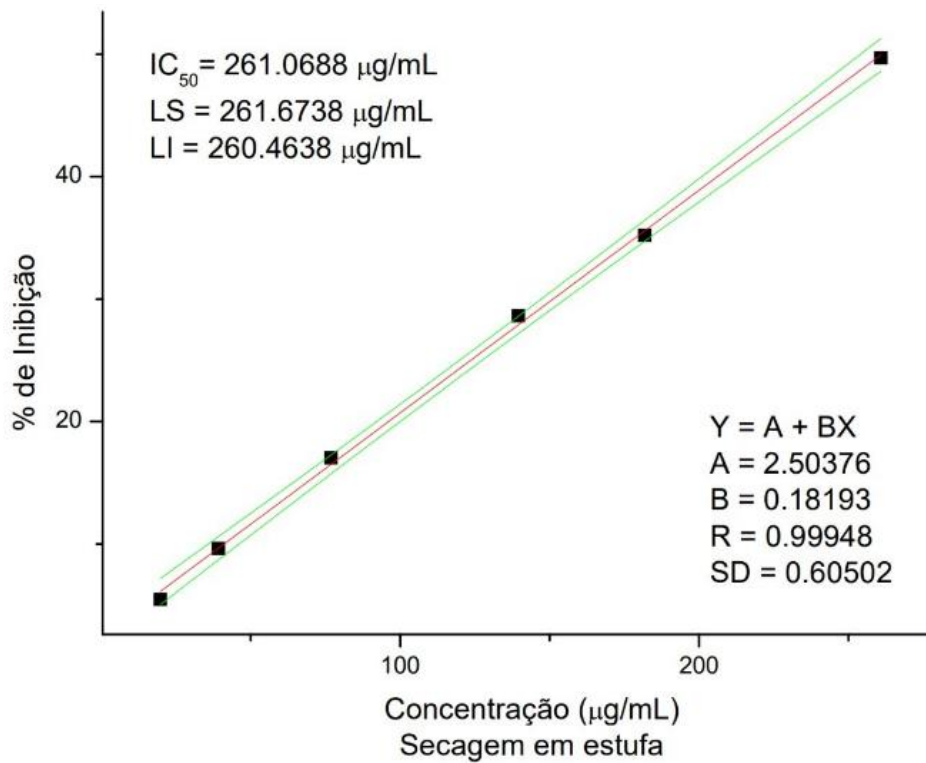
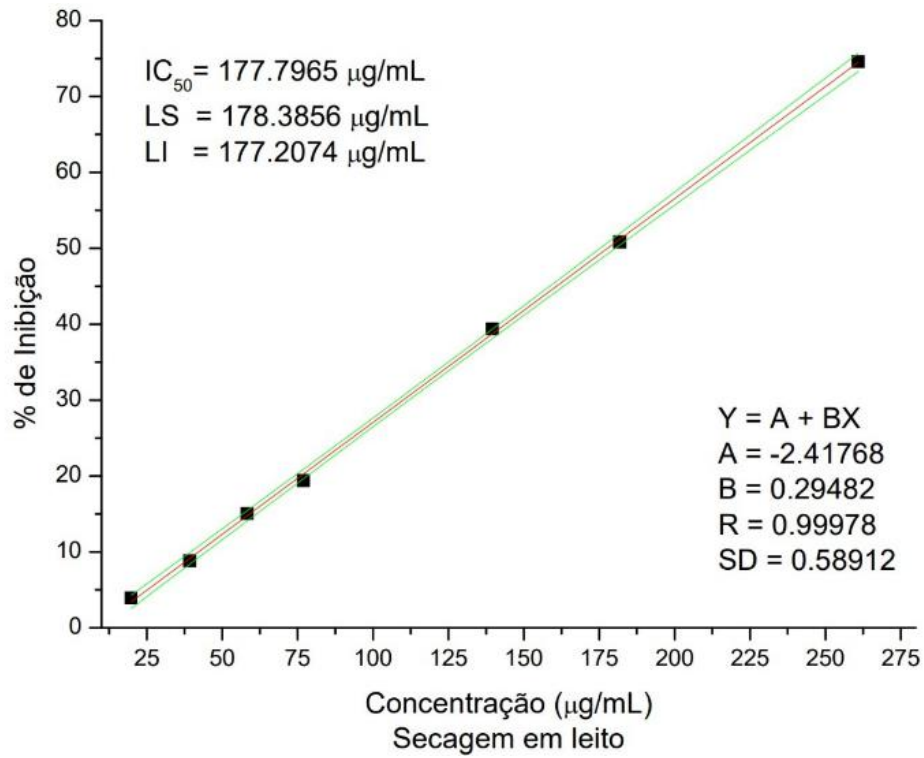
A avaliação da atividade antioxidante foi realizada para os extratos brutos metanólicos de JSLF, JSEVF e JSL. Os valores de DPPH são referentes ao IC₅₀, ou seja, a concentração da amostra necessária para inibir 50% do radical DPPH. Quanto menor este valor, maior a capacidade antioxidante da amostra em questão. Os resultados apresentaram diferenças significativas entre os métodos de secagem aplicados ($p < 0,05$) (Tabela 1). O melhor resultado foi observado para JSL, casca da jabuticaba seca em liofilizador com IC₅₀ igual a 64,4871 $\mu\text{L mL}^{-1}$, seguido de JSLF e JSEVF que apresentaram um IC₅₀ de 177,7965 $\mu\text{L mL}^{-1}$ e 261,0688 $\mu\text{L mL}^{-1}$, respectivamente (Gráfico 1). Portanto, os diferentes processos de secagem interferiram no teor de compostos fenólicos existentes na casca da jabuticaba, que são os responsáveis pela atividade antioxidante. Este fato pode ser atribuído a temperatura, pois os compostos antioxidantes são termolábeis, e possuem instabilidade na presença de calor. Desta forma, a temperatura de 40 °C aplicada em JSLF e JSEVF contribuiu para a degradação destes compostos, enquanto o processo de liofilização operado a - 50 °C preservou a composição dos mesmos.

A concentração do extrato JSL necessária para inibir 50% do radical em solução, foi de três a dez vezes maior que a concentração de padrões de hidroxitolueno butilado (BHT), rutina e ácido ascórbico (Tabela 1). Além disso, os resultados de IAA apontaram que os extratos de JSLF e JSEV possuem baixa atividade antioxidante, enquanto JSL apresenta atividade antioxidante moderada.

Tabela 1: Valores de IC₅₀ da atividade antioxidante para os extratos brutos metanólicos das cascas da jabuticaba.

Extrato Bruto	IC ₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	DPPH (IAA)
JSLF	177,7965 ^b \pm 0,5891	0,3524
JSEVF	261,0688 ^a \pm 0,6050	0,2400
JSL	64,4871 ^c \pm 0,6356	0,9714
BHT	18,2470 \pm 0,6034	-
Rutina	11,6335 \pm 0,7167	-
Ácido Ascórbico	6,3585 \pm 0,9115	-

Resultados expressos como a média \pm desvio padrão de análise em triplicata. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade. IAA = índice de atividade antioxidante = concentração final de DPPH $\mu\text{g.mL}^{-1}$ /IC₅₀ $\mu\text{g.mL}^{-1}$.



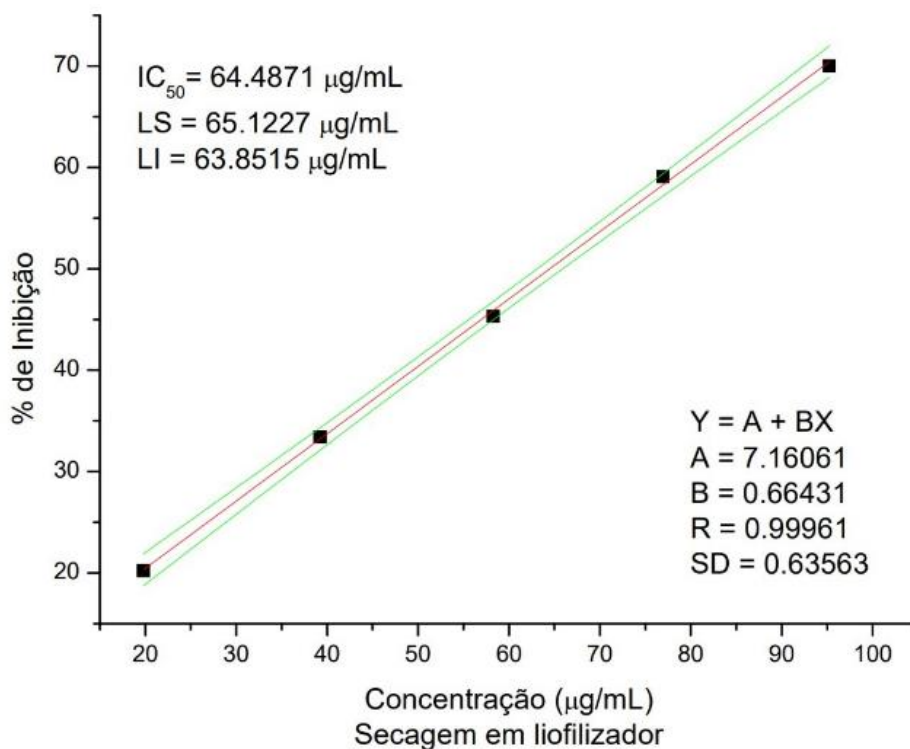


Gráfico 1: Valores de IC_{50} dos diferentes tipos de secagem da casca de jaboticaba.
Fonte: Dados da pesquisa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diferentes métodos de secagem aplicados na casca da jaboticaba exerceram forte influência sobre o teor de substâncias, que contribuem para a atividade antioxidante. A secagem em liofilizador apresentou o menor IC_{50} ($64,4871 \mu\text{L mL}^{-1}$), com diferença estatística em relação a secagem em leito fluidizado e estufa com ventilação forçada de ar. Embora a liofilização, tenha se destacado é importante salientar que esta é uma técnica de custo elevado. Estudos dessa natureza, contribuem para aplicação de metodologias de secagem que possam garantir maiores teores de substâncias bioativas e menor dispêndio. Assim, a investigação do efeito da temperatura abaixo de 40°C em tecnologias alternativas torna-se relevante, pois o leito fluidizado além de apresentar menor custo de processo que a liofilização, permite um maior volume de produção e velocidade de secagem, e se destaca como uma técnica viável para a geração de valor da casca da jaboticaba, um subproduto que possui potencial de aplicação na indústria farmacêutica, como revestimento de comprimidos e composição de nutracêuticos.

REFERÊNCIAS

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science. Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 19 jul. 2021.

FARIAS, M. R. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. *In*: SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: Florianópolis: Editora UFSC, 2003.

INADA, K. O. P.; OLIVEIRA, A. A.; REVORÊDO, T. B.; MARTINS, A. B. N.; LACERDA, E. C. Q.; FREIRE, A. S.; BRAZ, B. F.; SANTELLI, R. E.; TORRES, A. G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. C. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422-433, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464615002868>. Acesso em: 19 jul. 2021.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 58, n. 4, 2008. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000400015. Acesso em: 19 jul. 2021.

PEREIRA, L. D.; BARBOSA, J. M. G.; SILVA, A. J. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Polyphenol and ellagitannin constituents of Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) and chemical variability at different stages of fruit development. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 6, 2017. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.6b02929>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SCHERER, R.; GODOY, H.T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v. 112, p. 654–658, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814608007218>. Acesso em: 25 jul. 2021.

STATSOFT, Inc. Statistica: data analysis software system, versão 8.0, 2007.