

Determinação de compostos bioativos e composição físico-química da farinha da casca de jabuticaba obtida por secagem convectiva e liofilização

Determination of bioactive compounds and physicochemical composition of jabuticaba bark flour obtained by convective drying and lyophilization

Determinación de compuestos bioactivos y composición fisicoquímica de la harina de corteza de jabuticaba obtenida por secado por convección y liofilización.

Recebido: 17/10/2019 | Revisado: 21/10/2019 | Aceito: 21/10/2019 | Publicado: 29/10/2019

Raphael Lucas Jacinto Almeida

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

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

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

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Tamires dos Santos Pereira

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

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: tsantosp16@gmail.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

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

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Maysa Bernardino Cabral

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0859-4942>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: maysa_bernardino@hotmail.com

Eliélson Rafael Barros

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

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Neyliane Costa de Souza

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0136-8769>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: neylianecs@yahoo.com.br

Márcia Ramos Luiz

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3999-3719>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: marciarluiz@yahoo.com.br

Fernanda Vieira Amorim

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1062-2279>

Universidade Federal do Pernambuco, Brasil

E-mail: amorimfernandaamorim20@gmail.com

Lucas Rodolfo Inácio da Silva

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

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: rodolfo_i@hotmail.com

Resumo

O presente artigo tem como objetivo, aplicar duas técnicas de conservação (secagem convectiva e liofilização) as cascas de jabuticaba e caracterizar os pós obtidos quanto aos parâmetros físico-químicos e de compostos bioativos, avaliando assim o efeito destes sobre a sua composição. A secagem convectiva das cascas foi realizada em estufa de circulação de ar na temperatura de 50 °C e velocidade de ar de 1,0 m.s⁻¹ durante 24h, e a liofilização foi realizada a uma temperatura de -50 °C por 48 h. As casca in natura e os pós obtidos foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: umidade, cinzas, lipídeos, proteína, fibra bruta, carboidratos, atividade de água, pH, acidez, açúcares redutores, sólidos solúveis totais; e de compostos bioativos: antocianinas, flavonoides, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por ABTS. A utilização da casca da jabuticaba *in natura* e após a secagem na forma de farinha são viáveis para o desenvolvimento de novos produtos, como forma de minimização do descarte de resíduos produzidos pela indústria agroalimentar. Através dos resultados obtidos a farinha da casca de jabuticaba foi considerada como sendo fonte de compostos fenólicos com atividade antioxidante e fibras, podendo ser considerado um alimento funcional. Comparando as técnicas de secagem utilizadas, a liofilização se

sobressaiu pois, apresentou uma maior preservação dos parâmetros físico-químicos e os compostos bioativos.

Palavras-chave: Compostos fenólicos; Métodos de conservação; Resíduo agroindustrial.

Abstract

The present article aims to apply two conservation techniques (convective drying and lyophilization) to the jabuticaba peels and to characterize the powders obtained regarding the physicochemical parameters and bioactive compounds, thus evaluating their effect on their composition. Convective drying of the shells was performed in an air circulation oven at 50 °C and 1.0 m.s⁻¹ air velocity for 24h, and lyophilization was performed at -50 °C for 48 h. In natura peels and powders obtained were characterized by the following physicochemical parameters: moisture, ash, lipids, protein, crude fiber, carbohydrates, water activity, pH, acidity, reducing sugars, total soluble solids; and bioactive compounds: anthocyanins, flavonoids, total phenolic compounds and antioxidant activity by ABTS. The use of jabuticaba bark in natura and after drying in flour form are viable for the development of new products, as a way to minimize the disposal of residues produced by the agrifood industry. Through the results obtained the jabuticaba bark flour was considered to be a source of phenolic compounds with antioxidant activity and fiber and could be considered a functional food. Comparing the drying techniques used, the lyophilization stood out because it presented a better preservation of the physicochemical parameters and the bioactive compounds.

Keywords: Agroindustrial waste; Conservation methods; Phenolic compounds.

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo aplicar dos técnicas de conservación (secado por convección y liofilización) a las cáscaras de jabuticaba y caracterizar los polvos obtenidos en relación con los parámetros físicoquímicos y los compuestos bioactivos, evaluando así su efecto sobre su composición. El secado por convección de los depósitos se realizó en un horno de circulación de aire a 50 °C y 1,0 m.s⁻¹ de velocidad del aire durante 24 h, y la liofilización se realizó a -50 °C durante 48h. En la naturaleza, la corteza y los polvos obtenidos se caracterizaron de acuerdo con los siguientes parámetros físicoquímicos: humedad, cenizas, lípidos, proteínas, fibra cruda, carbohidratos, actividad del agua, pH, acidez, azúcares reductores, sólidos solubles totales; y compuestos bioactivos: antocianinas, flavonoides, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante por ABTS. El uso de la corteza de jabuticaba en la naturaleza y después del secado en forma de harina es viable para

el desarrollo de nuevos productos, como una forma de minimizar la eliminación de residuos producidos por la industria agroalimentaria. A través de los resultados obtenidos, la harina de corteza de jabuticaba fue considerada como una fuente de compuestos fenólicos con actividad antioxidante y fibras, y puede considerarse un alimento funcional. Comparando las técnicas de secado utilizadas, la liofilización se destacó porque presentó una mejor preservación de los parámetros fisicoquímicos y los compuestos bioactivos.

Palabras clave: Compuestos fenólicos; Métodos de conservación; Residuos agroindustriales.

1. Introdução

A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) é um fruto nativo da América do Sul, tipicamente cultivada no Brasil. Ela é um fruto carnoso com película de cor violeta intensa e polpa branca adocicada. Embora a casca não seja amplamente consumida, polifenóis como ácido elágico, quercetina e antocianinas, são constituintes da casca representando potencial ação antioxidante (Souza et al. 2016).

A indústria de alimentos gera grande quantidade de resíduos, sendo os principais as cascas, caroços e sementes de frutos, e estes podem vir a ser utilizados como matéria-prima, agregando assim valor a este material que seria descartado (Machado et al., 2013). Segundo Pádua et al. (2017) uma alternativa para aproveitamento dos resíduos da jabuticaba pode ser a elaboração de farinhas, que pode ser utilizada para o preparo e enriquecimento de alimentos.

O processo de secagem envolve a redução do teor de água do produto até que o mesmo atinja um nível seguro, podendo ser aplicada para garantir a preservação da qualidade fisiológica e físico-química do produto a ser armazenado durante um longo período de tempo (Santos et al., 2019).

A liofilização é considerada como sendo um dos melhores métodos de secagem, pois possibilita a manutenção das propriedades organolépticas e nutricionais dos alimentos. O método consiste no congelamento do produto seguido pela desidratação, que ocorre através do processo de sublimação, proporcionando a redução do teor de água e consequentemente minimizando a ocorrência da maior parte das reações que provocam a degradação do produto (Vivas et al., 2019).

Neste contexto, visando a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado destes resíduos ao meio ambiente e como forma de agregar maior valor nutricional e comercial as cascas da jabuticaba. O presente artigo tem como objetivo, aplicar duas técnicas de conservação (secagem convectiva e liofilização) as cascas de jabuticaba e

caracterizar os pós obtidos quanto aos parâmetros físico-químicos e de compostos bioativos, avaliando assim o efeito destes sobre a sua composição.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados frutas de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) adquiridas no comércio local da cidade de Campina Grande, Paraíba.

Obtenção das farinhas

Na Figura 1, estão apresentadas as etapas realizadas para obtenção da farinha da casca de jabuticaba.

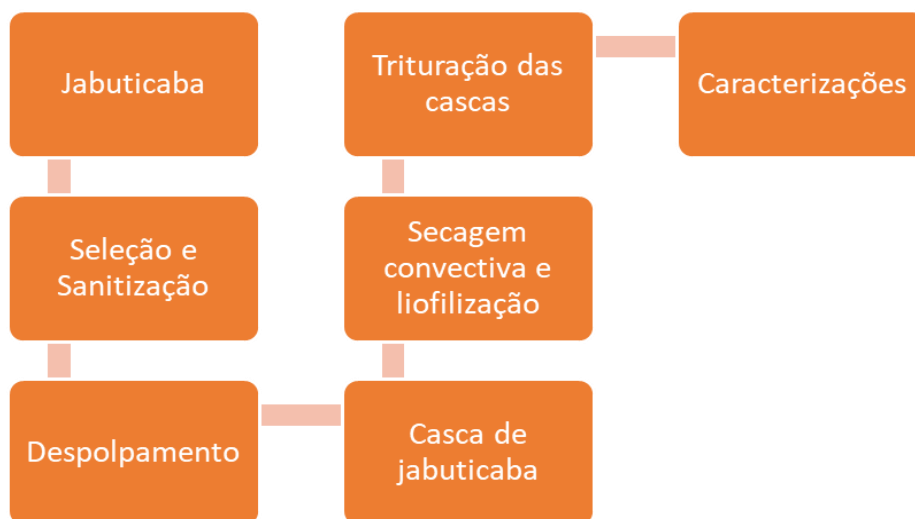


Figura 1 – Fluxograma de etapas para obtenção das farinhas Fonte: Própria (2019).

Como apresentado na Figura 1 inicialmente os frutos foram selecionados, lavados e higienizados com hipoclorito de sódio em solução (200 mg.L^{-1} de cloro livre). As frações da jabuticaba foram separadas (polpa, casca e semente) por despolpamento manual e suas cascas foram submetidas aos processos de secagem.

Para obtenção da farinha foram aplicadas duas técnicas de secagem diferentes: por secagem convectiva as cascas de jabuticaba foram dispostas em bandejas e colocadas em uma estufa de secagem na temperatura de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ e velocidade de ar de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ durante 24h; e por liofilização as cascas de jabuticaba foram inicialmente submetidas ao congelamento lento em freezer por 48h e temperatura de $-18 \text{ }^\circ\text{C}$. Após o congelamento, as cascas foram transferidas

para o liofilizador de bancada (Terroni, LS 3000) e submetida a uma temperatura de -50 °C por 48h.

A trituração das cascas de jabuticaba após secagem foi feita usando o liquidificador industrial no tempo de 3 minutos, sob agitação. As amostras foram acondicionadas em embalagens laminadas sob o abrigo de luz, até o momento de realização das análises, com o objetivo de manter as propriedades das amostras.

Caracterizações físico-químicas

As cascas de jabuticaba *in natura* e os pós obtidos por secagem convectiva e liofilização foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: o teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105 °C até peso constante; o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla; o teor de proteína total foi quantificado pelo método de Micro-Kjeldahl, que consistiu na determinação do nitrogênio total de acordo com a metodologia descrita por Brasil (2008); o teor de lipídeos foi quantificado pelo método modificado de Blig e Dyer (1959); o teor de fibra bruta seguindo o método descrito por Ven Soest (1967); e o teor total de carboidratos foi calculado por diferença para obter 100% da composição total (FAO, 2003).

Atividade de água (A_w) foi determinada usando o dispositivo Decagon® Aqualab CX-2T a 25 °C; o teor de sólidos solúveis totais (SST) expresso em (°Brix), pH com leitura direta no medidor de pH digital, a acidez total determinada por titulometria, segundo Brasil (2008). Para determinação do teor de açúcares redutores foi seguida a metodologia descrita por Miller (1969).

Determinação de compostos bioativos

Nas cascas de jabuticaba *in natura* e os nos pós obtidos por secagem convectiva e liofilização foram determinados os seguintes compostos bioativos: o teor de antocianinas totais e flavonoides seguiram o método pH único descrito por Francis (1982); Os compostos fenólicos totais foram quantificados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006), utilizando ácido gálico como padrão; e a atividade antioxidante pelo método do ABTS+ foi determinada pelo método proposto por Re et al. (1999), com modificações feitas por Rufino et al. (2007), expresso em ($\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$).

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 & Azevedo, 2016).

3. Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos nas análises físico-químicas para a casca da jabuticaba *in natura* e desidratada pelos processos de secagem convectiva e liofilização.

Tabela 1- Análise físico-química da casca de jabuticaba *in natura* e desidratada

Parâmetros	Casca de jabuticaba		
	<i>In natura</i> ¹	Secagem convectiva ²	Liofilizada ²
Umidade (%)	83,14± 0,14	14,90 ± 0,57 ^A	10,57± 0,32 ^B
Cinzas (%)	0,794± 0,21	2,78 ± 0,18 ^B	3,41± 0,23 ^A
Lipídeos (%)	0,81± 0,91	1,08 ± 0,10 ^B	1,94± 0,14 ^A
Proteína (%)	7,62± 1,02	5,78 ± 1,23 ^A	6,67± 0,87 ^A
Fibra Bruta (%)	1,37± 1,23	4,50 ± 1,72 ^B	4,93± 0,69 ^A
Carboidratos (%)	6,27± 0,56	70,96 ± 0,93 ^A	72,48± 0,66 ^A
Atividade de Água (Aw)	0,991± 0,01	0,395 ± 0,14 ^A	0,302 ± 0,02 ^B
pH	4,21± 0,02	3,26 ± 0,03 ^A	2,94 ± 0,05 ^B
Acidez (% de ácido cítrico)	1,31± 0,16	1,84 ± 0,15 ^A	2,01 ± 0,57 ^A
Açúcares Redutores (%)	8,74± 0,81	21,48 ± 0,75 ^B	23,52 ± 0,36 ^A
Sólidos solúveis totais (°Brix)	16,0 ± 0,01	19,00 ± 0,10 ^B	27,89 ± 0,02 ^A

Nota: ¹base úmida; ²base seca; Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre as formulações estudadas ($P > 0,05$). Fonte: Própria (2019).

O valor da umidade encontrada para casca da jabuticaba *in natura* foi de 83,14% e farinha da casca variou de 14,90 a 10,57% sendo o menor teor obtido para as cascas liofilizadas, estatisticamente quando se comparou os dois métodos de secagem, houve diferenças significativas, no entanto, estes baixos teores estão de acordo com a exigência da Legislação Brasileira para o padrão de identidade e qualidade de farinhas, que preconiza valores no intervalo de 5 a 15% (ANVISA, 2005). Farinhas com umidade acima de 15% tendem a formar grumos, o que pode prejudicar a produção de massas por processo contínuo (Fernandes et al., 2008). No trabalho realizado por Leite-Legatti et al. (2012) encontraram o valor de 15,33% em farinha de casca de jabuticaba.

Os percentuais de cinzas variaram entre 0,794 a 3,41%, refletindo em uma maior concentração de resíduo mineral após a incineração, onde para as cascas liofilizadas houve um ganho de 2,616%. Entretanto, esses valores obtidos foram coerentes com os determinados por autores como Ascheri et al. (2006), ao estudarem bagaço de jabuticaba fermentado (1,35%) e fresco (3,49%), secos em estufa de circulação à 60 °C e Costa et al. (2007) para o pó da casca (2,03%) e bagaço de abacaxi (2,15%). Leite-Legatti et al., (2012) encontraram valores mais elevados, 4,23% para casca de jabuticaba seca em estufa de ar forçado e 3,52% para casca liofilizada, respectivamente. Assim como ao valor encontrado por Ferreira et al. (2012) de 3,89% para farinha da casca da jabuticaba obtida através de secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 60 °C.

Segundo Lima et al. (2008), a casca de jabuticaba pode ser considerada uma fonte de minerais como o ferro, potássio, magnésio, manganês, fósforo, cálcio e o cobre, que desempenham funções vitais no metabolismo celular (Felipe et al., 2008).

Os valores encontrados no presente trabalho para o conteúdo de lipídeos na casca de jabuticaba e suas respectivas farinhas foram de 0,81%, 1,08% e 1,94% apresentando diferenças estatísticas entre si, mas se aproximam dos valores obtidos por Lage et al. (2014) para casca seca (1,59%) e por Leite-Legatti et al. (2012) de 1,72% para a casca liofilizada, sendo estas superiores aos valores obtidos por Gurak et al. (2014), de 0,83%. Segundo Russo et al (2012) o baixo teor de lipídios da casca de jabuticaba poderá trazer benefícios à saúde humana, pois grande parte da população consome dietas hiperlipídicas, e que tal fato está contribuindo para o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade.

A casca *in natura* apresentou concentração de proteínas de 7,62%, pode-se observar na

tabela 1 que o processo de desidratação das cascas casou de depreciação das proteínas em até 1,84% e que a maior depreciação foi obtida para cascas submetidas ao processo de secagem convectiva 50 °C. No entanto, estatisticamente para este parâmetro os métodos de secagem não apresentaram diferenças ao nível de 5% de probabilidade. Valores próximos foram obtidos por Ferreira et al. (2012) de 5,23%, Appelt et al. (2015) e Alves et al. (2013), 6,40% e 6,06%, respectivamente, para farinhas de casca de jabuticaba. Leite-Legatti et al. (2012) obteve o valor de 4,89% de proteína para o produto liofilizado e estocado a -80°C. Segundo Brasil (2012), um produto pode ser considerado como fonte de proteínas quando apresentar no mínimo 6 g de proteínas em 100 g ou 100 mL. Assim, pode-se considerar que a farinha da casca de jabuticaba é fonte de proteínas.

Apesar das fibras não possuírem valor nutritivo, sua determinação também se julga importante em produtos alimentares, uma vez que suas estruturas e características desempenham diferentes funções fisiológicas no trato gastrointestinal (Cecchi, 2007).

O teor de Fibra Bruta (FB) na casca da jabuticaba *in natura* foi de 1,37% e cascas desidratadas apresentou valores que variaram de 4,50 a 4,93%, sendo mais concentrada nas cascas liofilizadas. Faria et al. (2016) encontraram valor superior para a casca *in natura* valor de 1,84% e inferior para o casca liofilizada 3,89% de fibra bruta.

Segundo a Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, que dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, o alimento, para ser classificado com “alto conteúdo de fibras”, deve conter no mínimo 5 g por porção ou no mínimo 6 g a cada 100 g em pratos preparados. Para ser definido como “fonte de fibras” deve conter, pelo menos, 2,5 g por porção ou no mínimo 3 g a cada 100 g em pratos preparados, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação (BRASIL, 2012). Portanto, a farinha da casca de jabuticaba pode considerada com alto teor de fibras. A casca de jabuticaba é conhecida por apresentar alto teor de fibra total, quando comparada as demais frações dos frutos (Lima et al., 2008).

A farinha da casca de jabuticaba apresentaram como principal macronutriente o carboidrato, tanto na obtida por convecção (70,96%) quanto na obtida por liofilização (72,48%), não diferindo estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade. Valores esses superiores ao encontrado por Ferreira et. al. (2012) 58,70% e ao de Ascheri et al. (2006) 56,06%. Sendo que o teor de fibras está incluso no total dos carboidratos, o que pode estar superestimando o seu valor.

A casca de jabuticaba *in natura* apresentou elevado valor de atividade de água (0,991). Havendo uma redução de até 0,689 quando as mesmas foram submetidas ao processo de

liofilização, no qual, apresentou valor de 0,302. Para este parâmetro quando comparado os dois métodos de secagem, houve diferenças estatísticas significativas. Segundo Franco e Ladgraf (2008), a atividade de água é a água de difícil remoção por processos convencionais de secagem, pois se encontram ligadas as macromoléculas, não estando livre para agir como solvente ou para participar de reações químicas, não sendo assim aproveitada pelos microrganismos para a multiplicação celular.

O pH obtido para casca *in natura* foi de 4,21, Lima et al. (2008) em seus estudos encontraram pH de 3,47 para a casca de jabuticaba *in natura* da variedade Paulista e 3,39 para a variedade Sabará. As farinhas obtidas por secagem convectiva e liofilização, apresentaram valores de 3,26 e 2,94, respectivamente. Miliagato et al. (2007) relataram que para o fruto inteiro do jambolão seco em estufa de circulação de ar a 45 °C o pH encontrado foi de 4,09.

Enquanto que para a acidez total titulável (ATT) o valor obtido no presente trabalho para casca *in natura* foi de 1,38 g de ácido cítrico/100g de amostra fresca. Lima et al. (2008) encontrou para a casca de jabuticaba *in natura* os valores para a variedade Paulista e Sabará de 1,37 e 1,67 g de ácido cítrico/ 100g de amostra fresca. Valor superior para este parâmetro foi obtido para farinha liofilizada (2,01 g de ácido cítrico/ 100g de amostra), não apresentando diferenças estatísticas significativas quando comparada a farinha obtida por secagem convectiva que apresentou valor de 1,84 g de ácido cítrico/ 100g de amostra.

Os sólidos solúveis totais (SST) representam o conteúdo de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e outros constituintes menores (Seymour et al., 2012). A concentração desses sólidos constitui-se em uma das variáveis mais importantes para medir a qualidade de frutos.

A quantidade de sólidos solúveis totais encontrados para casca de jabuticaba *in natura* foi de 16 °Brix. Salomão et al. (2018) caracterizou o fruto *in natura* de diversas variedades e os valores obtidos foram na faixa de 9,1 a 17,6°Brix, para a variedade Sabará o teor foi de 14 °Brix. É perceptível que para a farinha da casca de jabuticaba liofilizada o valor de sólidos solúveis (27,89 °Brix) foi superior ao do fruto *in natura*.

Sabe-se que as frutas em geral são ricas em açúcares redutores, sobretudo glicose e frutose. Apesar de cada fruto possuir suas particularidades, em geral, os teores de açúcares aumentam com o tempo de maturação pela degradação de polissacarídeos ou por meio de processos biossintéticos (Chitarra e Chitarra, 2005).

Vale ressaltar que em produtos em pó, um dos fatores relevantes diz respeito à capacidade dos pós alimentícios em absorver água do meio. A maior ou menor facilidade de absorção de água está relacionada com a quantidade de açúcares redutores presentes nas amostras, tendo em vista que os açúcares são responsáveis por interações fortes com a

molécula de água em função de sua polaridade (Jaya e Das, 2004).

O teor de açúcares redutores encontrado no presente trabalho para casca *in natura* foi de 8,74%, para farinha obtida por secagem convectiva 24,48% e 23,52% para a farinha liofilizada esses valores obtidos para as farinhas foram estatisticamente diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade. Dessa forma, sugere-se que quanto maior o teor de açúcar, maior será a higroscopicidade do produto. Esse aspecto tem importância prática, sobretudo no que diz respeito às condições de comercialização desses produtos em pó.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos para os compostos bioativos presentes na casca de jabuticaba *in natura* e nas farinhas obtidas por secagem convectiva e liofilização. Todos os compostos bioativos analisados para as farinhas da casca de jabuticaba (Tabela 2), foram estatisticamente significativos ($p > 0,05$), para o efeito da técnica de secagem aplicada.

Tabela 2 – Compostos bioativos da casca de jabuticaba *in natura* e desidratada

Parâmetros	Casca de jabuticaba		
	<i>In natura</i> ¹	Secagem convectiva ²	Liofilizada ²
Antocianinas (mg/100g)	31,45 ± 1,12	84,83 ± 0,88 ^B	99,23 ± 0,97 ^A
Flavonoides (mg/100g)	60,31 ± 1,79	101,20 ± 5,38 ^B	123,67 ± 3,49 ^A
Compostos fenólicos totais (mgGAE/100 g)	1497,87 ± 8,96	887,33 ± 10,96 ^B	1054,63 ± 14,28 ^A
Atividade antioxidante (ABTS+) (µmol Trolox/g)	325,98 ± 13,21	230,41 ± 18,54 ^B	287,98 ± 9,44 ^A

Nota: Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre as farinhas estudadas ($P > 0,05$). Fonte: Própria (2019).

Com relação aos valores de antocianinas, pode-se observar na Tabela 2, que a casca *in natura* apresentou teor de 31,45 mg/100g. Segundo Maria do Socorro (2010), o valor obtido de antocianinas para o fruto inteiro *in natura* da jabuticaba foi de 58,1 mg/100g valor esse superior ao obtido no presente estudo. E uma maior concentração desse composto foi obtido na farinha liofilizada que apresentou teor de 99,23 mg/100g. Wu et al. (2006) analisaram os valores de antocianinas para frutas tropicais bastante conhecidas como: morangos contém 21

mg/100g, uvas vermelhas 27 mg/100g, framboesas vermelhas 92 mg/100g, cerejas 122 mg/100g, amoras 245 mg/100g e mirtilos cultivados 387 mg/100g, esses valores estão na mesma faixa do encontrado para a jabuticaba, fruta não tão convencional.

Segundo Kähkönen et al. (2001), as antocianinas são compostas de cores vivas responsáveis por grande parte da coloração vermelha, azul e púrpura dos frutos, sendo abundantes principalmente em frutas vermelhas, como mirtilos e groselhas negras.

A casca de jabuticaba *in natura* apresentou 60,31 mg/100g de flavonoides, valores esses inferiores ao encontrado por Maria do Socorro et al. (2010) que obteve 147,0 mg/100g para a jabuticaba (casca + polpa) *in natura*. Para o jambolão, camu-camu e uvaia os valores encontrados foram na faixa de 70,9; 20,1 e 17,5mg/100g, respectivamente, sendo assim inferiores aos teores obtidos para as farinhas elaboradas no presente estudo que foram de 101,20 mg/100g (secagem convectiva) e 123,67 mg/100g (liofilizada). Os teores de flavonóis totais são superiores na casca do que em sua polpa, em consequência a esse resultado, sugere-se o aproveitamento da casca da jabuticaba, como fonte potencial de flavonóides. Segundo Gallego et al. (2007), a capacidade antioxidante dos flavonóides confere um potencial terapêutico para o tratamento de doenças cardiovasculares entre as quais, úlceras e câncer do trato gastrointestinal.

Com relação aos teores de compostos fenólicos totais, foi obtido 1497,87 mgGAE/100 g na casca de jabuticaba *in natura*. O menor teor de compostos fenólicos foi obtido para farinha submetida a secagem convectiva (887,33 mgGAE/100 g), vale ressaltar que o processo de liofilização também degradou esses compostos, no entanto em menores proporções, apresentando valor de 1054,63 mgGAE/100 g. No estudo de Leite-Legatti et al (2012) com a casca de jabuticaba fresca e o fruto inteiro da *M. jaboticaba* apresentaram 11400 e 3215 mgGAE/100g, respectivamente.

A ação antioxidante de um composto está diretamente relacionada com os componentes bioativos presentes e depende da estrutura química e concentrações destes fitoquímicos no alimento (Magalhães et al., 2008). A jabuticaba apresentou alto teor de compostos fenólicos totais e conseqüentemente, elevada atividade antioxidante (Reynertson et al, 2014).

Os valores obtidos para a atividade antioxidante pelo método ABTS no presente trabalho para casca *in natura* foi de 325,98 $\mu\text{mol Trolox/g}$, a farinha da casca de jabuticaba obtida por secagem convectiva apresentou maior redução na atividade antioxidante (230,41 $\mu\text{mol Trolox/g}$) e a farinha liofilizada apresentou valor de 287,98 $\mu\text{mol Trolox/g}$ sendo perceptível que o método de secagem influenciou diretamente no poder antioxidantes das

farinhas.

As diferenças entre variedades, região geográfica, safra, condições climáticas, peculiaridades de processamento e métodos de extração podem interferir nos resultados dos teores de compostos fenólicos, bem como, na expressão da atividade antioxidante de materiais vegetais (Rockenbach et al., 2008; Ruberto et al., 2007).

4. Considerações finais

Diante dos resultados apresentados é visto que a utilização da casca da jaboticaba *in natura* e após a secagem na forma farinha são viáveis para o desenvolvimento de novos produtos, como forma de minimização do descarte de resíduos produzidos pela indústria agroalimentar.

A farinha da casca de jaboticaba é fonte de compostos fenólicos com atividade antioxidante e fibras, podendo ser considerado um alimento funcional. Comparando as técnicas de secagem utilizadas, a liofilização se sobressaiu pois preservou mais os parâmetros físico-químicos e os compostos bioativos.

No entanto, como sugestões de trabalhos futuros, uma maior relação de análises pode ser realizada tanto na casca *in natura* como nas farinhas obtidas; obter a farinha da casca de jaboticaba em outras temperaturas e avaliar os efeitos da temperatura de secagem aplicada sobre seus constituintes nutricionais e físico-químicos e compostos bioativos; Avaliar a estabilidade da farinha durante o seu armazenamento; Aplicar a farinha obtida no desenvolvimento de novos alimentos como, por exemplos, os produtos de panificação e os produtos lácteos.

Referências

Alves, A. P. C., Corrêa, A. D., Pinheiro, A. C. M., & de Oliveira, F. C. (2013). Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(10), 2007-2013.

Ascheri, D. P. R., Ascheri, J. L. R., & Carvalho, C. D. (2006). Caracterização da farinha de bagaço de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 897-905.

Appelt, P., da Cunha, M. A. A., Guerra, A. P., Kalinke, C., & de Lima, V. A. (2015). Development and characterization of cereal bars made with flour of jabuticaba peel and okara. *Acta Scientiarum. Technology*, 37(1), 117-122.

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry Physiology*, 37, 911-917.

BRASIL (2005). *Aprova o Regulamento Técnico para produtos cereais, amidos, farinhas e farelos* (Resolução RDC n 263, de 22 de setembro de 2005). Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL, Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos* (4th ed., Volume 1, p.1020). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 nov. 2012.

Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Editora da UNICAMP.

Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 171-328.

Costa, J. M. C., de Freitas Felipe, É. M., Maia, G. A., Brasil, I. M., & Hernandez, F. F. H. (2007). Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. *Revista Ciência Agronômica*, 38(2), 228-232.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Food Energy: Methods of Analysis and Conversion Factors*. Report of a Technical Workshop; Food and Nutrition Paper Volume 77; FAO: Rome, Italy, 2003.

Faria, G. S., Jardim, F. B. B., Silva, A. C., Costa, L. L., & Abdalla, D. R. (2016). Caracterização Química da casca de Jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*) liofilizada e sua

aplicação em leite fermentado potencialmente simbiótico. *Jornal de ciências biomédicas e saúde*, 2(1), 90-97.

Felipe, E. D. F., Costa, J. M. C., Maia, G. A., & Hernandez, F. F. H. (2008). Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 17(1), 79-83.

Fernandes, A. F., Pereira, J., Germani, R., & Oiano-Neto, J. (2008). Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 56-65.

Ferreira, A. E., Ferreira, B. S., Lages, B., Maria, M., Rodrigues, F., Ayala, V., & Villela, N. A. (2012). Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. *Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição*, 23(4).

Francis, F. J. (1982). Analysis of anthocyanins in foods. In: Markakis P, *Anthocyanins as Food Colors*. New York, Academic Press, 181-207.

Franco, B. D. G. M., & Landgraf, M. (2008). *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu. 182.

Gallego, J. G., Sánchez-Campos, S., & Tuñón, M. J. (2007). Propiedades antiinflamatorias de los flavonoides de la dieta. *Nutrición Hospitalaria*, 22(3), 287-293.

Gurak, P. D., De Bona, G. S., Tessaro, I. C., & Marczak, L. D. F. (2014). Jaboticaba pomace powder obtained as a co-product of juice extraction: a comparative study of powder obtained from peel and whole fruit. *Food Research International*, 62, 786-792.

Jaya, S., & Das, H. (2004). Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. *Journal of Food Engineering*, 63(2), 125-134.

Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., & Heinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(8), 4076-4082.

Lage, F. F. (2014). *Casca de jaboticaba: inibição de enzimas digestivas, antioxidante, efeitos biológicos sobre o fígado e perfil lipídico*. Lavras: Universidade Federal de Lavras.

Leite-Legatti, A. V., Batista, Â. G., Dragano, N. R. V., Marques, A. C., Malta, L. G., Riccio, M. F., & de Carvalho, J. E. (2012). Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. *Food Research International*, 49(1), 596-603.

Lima, A. D. J. B., Corrêa, A. D., Alves, A. P. C., Abreu, C. M. P., & Dantas-Barros, A. M. (2008). Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 58(4), 416.

Machado, A. M. R., Santiago, M. D. A., Borguini, R. G., Godoy, R. D. O., Gouvêa, A. C. M. S., Pacheco, S., & Nascimento, L. D. S. (2013). Identificação e quantificação de antocianinas na casca de jaboticaba liofilizada. In *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, 18.; Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 4., 2013, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos, 2013. p. 904-907.

Magalhães, L. M., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. (2008). Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica chimica acta*, 613(1), 1-19.

Maria do Socorro, M. R., 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.

Migliato, K. F., Moreira, R. R., Mello, J. C., Sacramento, L. V., Correa, M. A., & Salgado, H. R. N. (2007). Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 94-101.

Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428.

Pádua, H. C., da Silva, M. A. P., Souza, D. G., Moura, L. C., Plácido, G. R., Couto, G. V. L., & Caliari, M. (2017). Iogurte sabor banana (*Musa AAB*, subgrupo prata) enriquecido com farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg.). *Global Science and Technology*, 10(1), 89-104.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.

Reynertson, K. A., Wallace, A. M., Adachi, S., Gil, R. R., Yang, H., Basile, M. J., & Kennelly, E. J. (2006). Bioactive Depsides and Anthocyanins from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Journal of Natural Products*, 69(8), 1228-1230.

Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Cataneo, C., Gonzaga, L. V., Lima, A., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2009). Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 19(3), 271-276.

Ruberto, G., Renda, A., Daquino, C., Amico, V., Spatafora, C., Tringali, C., & De Tommasi, N. (2007). Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food Chemistry*, 100(1), 203-210.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., & Calixto, F. D. S. (2007). Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Comunicado Técnico Embrapa*, 127, 1-4.

Russo, C. B., Sostisso, C. F., Pasqual, I. N., Novello, D., Dalla Santa, H. S., & Batista, M. G. (2012). Aceitabilidade sensorial de massa de pizza acrescida de farinhas de trigo integral e de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) entre adolescentes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 71(3), 488-94.

Santos, N. C., Silva, W. P., Barros, S. L., Araújo, A. J. B., Gomes, J. P., Almeida, R. L. J., Nascimento, A. P. S., Almeida, R. D., Silva, C. M. D. P. S., Queiroz, A. J. M., & Figueirêdo, R. M. F. (2019). Study on Drying of Black Rice (*Oryza sativa* L.) Grains: Physical-Chemical and Bioactive Quality. *Journal of Agricultural Science*, 11(9), 203-212.

Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, 11, 3733-3740.

Ven Soest, P. J. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 50, 50-55.

Vivas, W. S. M., Aponte, A. A. A., & Cock, L. S. (2019). Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (*Cucumis melo L.*). *Información Tecnológica*, 30(3), 179-188.

Waterhouse, A. (2006). Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 3-5.

Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. (2006). Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(11), 4069-4075.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Maysa Bernardino Cabral – 10%

Eliélson Rafael Barros – 10%

Neyliane Costa de Souza – 10%

Márcia Ramos luiz – 10%

Fernanda Vieira Amorim – 10%

Lucas Rodolfo Inácio da Silva – 10%