

## Estudo do resíduo sólido do processamento da Castanha-do-Brasil para a obtenção de subprodutos com valor agregado

### Study of solid residue from Brazil nut processing for the production of value-added by-products

Raquel da Costa Pinheiro<sup>1\*</sup>, Lindalva Maria de Meneses Costa Ferreira<sup>1</sup>, Glauce Vasconcelos da Silva Pereira<sup>1</sup>, Eloisa Helena de Aguiar Andrade<sup>1</sup>, José de Arimateia Rodrigues do Rêgo<sup>1</sup>, José Otávio Carréra Silva-Júnior<sup>1</sup>, Roseane Maria Ribeiro-Costa<sup>1</sup>, Davi do Socorro Barros Brasil<sup>1</sup>

---

#### RESUMO

A castanha-do-Brasil, pela morfologia de seu fruto, gera grande quantidade de resíduos sólidos através do seu processo de beneficiamento. Com a finalidade de agregar valor a esse resíduo, o objetivo desse trabalho é realizar a caracterização físico-química do óleo obtido da prensagem a frio desse resíduo e da composição centesimal da torta, assim como análises microbiológicas. As análises microbiológicas feitas no óleo e na torta estão dentro do padrão microbiológico da ANVISA. Os índices de acidez, acidez livre, iodo, peróxido e saponificação seguem o estabelecido pela ANVISA para óleos não refinados prensados a frio. Os principais ácidos graxos encontrados nos óleos foram o ácido linoleico, da série dos ômega-6, oleico (ômega-9) e palmítico. A atividade antioxidante encontrada pelo método ABTS foi boa quando comparada com a literatura, com valores de 658,10 e 918,34  $\mu\text{M}$  Trolox/g para os óleos I e II, respectivamente. A análise centesimal da torta mostrou bons valores para aplicação na alimentação animal e até mesmo humana.

**Palavras-chave:** Reaproveitamento de resíduo sólido; Castanha-do-Brasil; Óleo vegetal; Atividade antioxidante.

---

#### ABSTRACT

The Brazil nut, due to the morphology of its fruit, generates a large amount of solid waste through its processing process. In order to add value to this residue, the objective of this work is to carry out the physicochemical characterization of the oil obtained from the cold pressing of this residue and the centesimal composition of the press cake, as well as microbiological analysis. The microbiological analyzes performed on the oil and on the press cake are within the microbiological standard of ANVISA. The acidity, free acidity, iodine, peroxide and saponification indexes follow those established by ANVISA for cold-pressed unrefined oils. The main fatty acids found in the oils were linoleic acid, from the omega-6 series, oleic (omega-9) and palmitic. The antioxidant activity found by the ABTS method was good when compared to the literature, with values of 658.10 and 918.34  $\mu\text{M}$  Trolox/g for oils I and II, respectively. The centesimal analysis of the press cake showed good values for application in animal and even human food.

**Keywords:** Reuse of solid waste; Brazil nuts; Vegetable oil; Antioxidant activity.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará.

\*E-mail: raquelp.ldm@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) originária da castanheira *Bertholletia excelsa* é também conhecida pelos nomes populares de castanha-do-Pará e castanha-da-Amazônia (SALOMÃO *et al.*, 2006; SANTOS; CORRÊA; LANNES, 2011; SALOMÃO, 2014). Segundo Santana *et al.* (2017), essas castanhas são um dos principais produtos não madeireiros da floresta amazônica e, conforme Schirigatti *et al.* (2016), detêm grande importância tanto ambiental e social quanto econômica para as populações locais e para o Brasil, e entrou para a lista de espécies ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de 2008, onde sua comercialização contribui para a preservação dessas árvores, evitando sua derrubada (SALOMÃO, 2014). Além do que, supre frutos e renda para os moradores locais (SALOMÃO *et al.*, 2006).

Com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgados em 2020, a castanha-do-brasil ocupa o terceiro lugar no valor de produção dos produtos da extração vegetal não madeireiros no grupo de alimentícios, com produção de 33,1 mil toneladas de castanhas-do-Brasil. Contudo, a geração de resíduos derivada do processo de beneficiamento da castanha-do-Brasil é alta, em virtude de o fruto estar no interior do pericarpo (ouriço) e do descarte do mesocarpo (casca), além do descarte de amêndoas quebradas que não se enquadram no padrão de comercialização de amêndoas (SANTOS, 2014). De forma geral, apenas a amêndoa é aproveitada, tornando o resto do fruto, cerca de 90% como resíduos (SOUZA; SILVA, 2021). Segundo Oliveira e Lobo (2002), o fruto da castanha-do-Brasil tem aproximadamente 2,4kg no qual cerca de 1/3 é composto pelas sementes. Por conseguinte, cada fruto gera cerca de 1,9kg de resíduos que podem ser aproveitados (BRASIL, 2020; SOUZA; SILVA, 2021).

Conforme exposto por Santos (2012), uma forma de agregar valor aos resíduos sólidos do beneficiamento da castanha-do-Brasil é a destinação na produção de subprodutos alternativos. O óleo obtido da castanha-do-Brasil possui propriedades emolientes, nutritivas e lubrificantes, sendo usado na indústria de cosmético, dermatológica e alimentícia (PASTORE *et al.*, 2005). A torta proveniente da extração por prensagem pode conter muitas substâncias de alto valor, caso seja empregada uma tecnologia propícia, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou em constituintes para processos secundários como no desenvolvimento de pães, bolos,

doces e empregue como ração animal, sendo possível também a produção de farinhas e o “leite de castanha” (MÜLLER *et al.*, 1995; LAUFENBERG *et al.*, 2003; SOUZA; MENEZES, 2004; SANTOS; CORRÊA; LANNES, 2011).

Por outro lado, o ouriço não só é aproveitado principalmente na produção de artigos domésticos, saboneteiras, copos, vasos e até instrumentos musicais, mas também como combustível na queima dos mesmos (ALMEIDA, 2015). A casca tem potencial para ser usada como biofertilizante, carvão ativado e como combustível em fornalhas e caldeiras (ANJOS *et al.*, 2017; NOGUEIRA *et al.*, 2018; SOUZA; SILVA, 2021).

A extração por prensagem do óleo apresenta como característica a simplicidade técnica, facilidade de operação e relação positiva entre custo e benefício, já que não requer a utilização de reagente químico, além de não gerar resíduos tóxicos ao ambiente (SANTOS, 2012). Além disso, boa parte dos componentes lipofílicos da castanha são transferidos para o óleo por meio dessa extração e também preserva compostos lábeis originários da amêndoa (SANTOS, 2013).

Dessa forma, para aplicar novas formas de uso dos resíduos sólidos é imprescindível conhecer sua característica físico-química. Para isso, o objetivo desse trabalho é realizar a extração por prensagem a frio do óleo do resíduo sólido do beneficiamento da castanha, bem como avaliar mediante análise microbiológica e caracterização físico-química o óleo extraído e verificar o potencial do mesmo na elaboração de produtos de alto valor agregado, além de realizar análise microbiológica e centesimal na torta visando utilização na alimentação animal.

## **METODOLOGIA**

### **Preparo do material**

O resíduo do beneficiamento da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K), foi cedido pela empresa Mutran Importadora e Exportadora de Alimentos Ltda., que trabalha com processamento da castanha-do-Brasil, localizada no bairro da Pratinha na cidade de Belém no Estado do Pará. A coleta foi realizada em dois períodos diferentes: abril e maio de 2022.

O material foi fornecido em saca de polipropileno e transportado para o Laboratório de Engenharia Química (LEQ), da Universidade Federal do Pará (UFPA) para o início dos experimentos.

O resíduo foi retirado da saca e disposto em uma bacia de plástico para averiguação inicial da condição do material que se constituiu basicamente de cascas e opérculos ou “umbigos” (nome dado pelos extrativistas) da castanha-do-Brasil, além de cascas com sobras de amêndoas, sendo este o principal material de interesse do presente trabalho. Posteriormente, foi realizada a catação para selecionar as cascas com sobras de amêndoas do resto do conteúdo, descartando o material de não interesse.

As amostras concedidas foram de 9.990,54 e 21.361,03g para a primeira e segunda coleta, respectivamente. No qual os opérculos apresentaram massa de 1.262,67g, as cascas vazias de 8.166,63g e, por fim, as cascas com sobras de amêndoas e amêndoas soltas tiveram massa de 561,24g. Na segunda coleta não foram encontrados opérculos, a massa das cascas vazias foi de 20.795,00g e 566,03g de cascas com sobras de amêndoas e amêndoas soltas. Após a pesagem, as frações do material de interesse do trabalho (561,24g e 566,03g) foram postas em uma bandeja de alumínio e secas a temperatura de 40°C por 48 horas em estufa de ventilação industrial Fabbe modelo 070.

#### **Extração dos óleos e obtenção das tortas**

A extração do óleo da primeira e segunda coleta seguiram os mesmos passos, porém para a segunda coleta, após a secagem descrita anteriormente as amostras foram retiradas da estufa e armazenadas em frasco de vidro sob refrigeração por 2 dias, logo depois foram secadas por 30 minutos a 40°C para iniciar a extração.

As amostras (contendo cascas com sobras de amêndoas e amêndoas soltas) foram retiradas da estufa e introduzidas no cilindro de aço inoxidável que foi acoplado a prensa hidráulica descontínua da marca Bovenau. A prensagem foi feita com pressão máxima de 12 toneladas por 10 minutos, até atingir o estado estacionário e se observar a extração máxima de óleo. O óleo extraído foi coletado, pesado e armazenado em frasco escuro de vidro âmbar. Na torta resultante da primeira prensagem foi observado que algumas amêndoas que estavam dentro da casca ainda estavam integras e, portanto, tinham capacidade de extração de óleo; assim, esta foi fragmentada em pedaços menores com ajuda de um pequeno martelo de aço.

A torta fragmentada foi posta no cilindro de aço inoxidável, e novamente posicionado no aparelho de extração. A segunda prensagem ocorreu nas mesmas condições da anterior. O óleo outra vez foi coletado e armazenado em outro frasco escuro de vidro âmbar e a torta armazenada em pote de vidro. Tanto os óleos quanto a torta foram acondicionados em refrigerador comercial.

As amostras de óleos recolhidas encontravam-se mais escuras comparadas ao óleo de castanha-do-Brasil comercial. Em virtude disso, resolveu-se filtrar os óleos em tecido 100% algodão. Foi realizada duas filtrações de cada prensagem para a extração I e II, em seguida os óleos de cada prensagem foram misturados. Ou seja, o óleo da primeira prensagem e da segunda prensagem da extração I foram misturados, assim como o óleo das duas prensagens da extração II também foram misturados, armazenados em um frasco escuro de vidro âmbar e guardados sob refrigeração.

### **Análise microbiológica**

A análise microbiológica do óleo obtido e da torta foram realizadas no laboratório de análises microbiológicas localizada no LEQ - UFPA. A análise seguiu a metodologia estabelecida pela *American Public Health Association* (APHA) para *Salmonella sp*, Enterobacteriaceae, Bolores e Leveduras e *Escherichia coli* descrita por Salfinger e Tortorello (2015).

### **Caracterização físico-química dos óleos**

O índice de acidez e peróxido foram determinados segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a Ressonância Magnética Nuclear de  $H^1$  (RMN), as amostras foram dissolvidas em  $CDCl_3$  e seus espectros de RMN foram obtidos em espectrômetro Bruker, modelo Ascend<sup>TM</sup>. Para controle e tratamento dos dados, utilizou-se o *software* TopSpin 3.6.0. A acidez livre foi calculada de acordo com método descrito por Carneiro, Reda e Carneiro (2005). Os índices de iodo e saponificação foram calculados conforme metodologia elaborada por Reda e Carneiro (2006).

A cromatografia de fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) foi realizada no Laboratório Adolpho Ducke (LAD), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A identificação dos componentes voláteis foi baseada no índice de retenção linear (IR) e no padrão de fragmentação observados nos espectros de massas, por comparação destes com amostras autênticas existentes nas bibliotecas do sistema de dados e da literatura (ADAMS, 2007; MONDELLO, 2011; NIST, 2011). A quantificação dos componentes foi obtida através de cromatografia de gás (CG) em equipamento Shimadzu QP-2010, equipado com detector de ionização de chama (DIC), nas mesmas condições operacionais, exceto o gás de arraste que foi o hidrogênio.

A atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS foi realizada de acordo com método descrito por Re *et al.*, (1999). A atividade antioxidante foi calculada

baseando-se em uma curva padrão de trolox (100  $\mu$ M-2.000  $\mu$ M). A concentração final expressa em  $\mu$ M Trolox (TE)/g (Re *et al.* 1999).

### Análise centesimal das tortas

Os teores de proteínas, lipídios, umidade e cinzas foram determinados baseado nos métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (2008), e o teor de carboidratos estimado por diferença.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Rendimento da extração dos óleos por prensagem

Na Tabela 1 podemos observar a massa usada no procedimento e o respectivo rendimento.

**Tabela 1** – Rendimento da extração do óleo por prensagem.

	Extração I	Extração II
Massa	503,73 g	501,21 g
Óleo	110,91 g	131,68 g
Rendimento	22,02 %	26,27 %

Fonte: Autora (2022)

Nota-se que o rendimento apresentou um resultado baixo comparado a outros autores de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2** – Rendimentos de extrações de óleo, segundo diferentes autores.

Autor	Próprio autor	Santos (2012)	Santos (2013)	Kato <i>et al.</i> (2016)	Vilhena <i>et al.</i> (2020)
Rendimento	22,02% e 26,27%	52%	48,3%	27,42%	42%

Fonte: Autora (2022)

Segundo Kluczkovski *et al.* (2021), a extração de óleo de castanha-do-Brasil por prensagem a frio tem rendimento entre 30 e 40%. Santos (2012) obteve maior rendimento com amêndoas do Pará, contudo a pressão empregue foi superior (15 toneladas). Santos (2013), com amêndoas do Amazonas utilizou prensa de rosca sem fim que segundo o autor possui maior capacidade que a prensa hidráulica descontinua que foi utilizada nesse trabalho. Kato *et al.* (2016) e Vilhena *et al.* (2020), usaram amêndoas de Mato Grosso e Pará, respectivamente. No entanto, Kato *et al.* (2016) não

aqueceu as castanhas para facilitar a extração diferentemente de Vilhena *et al.* (2020). É indispensável apontar que a extração desse presente trabalho se difere das demais, pois trabalha-se com o reaproveitamento de resíduo sólido, com prensagem das amêndoas com cascas o que desonera o processo, visto que se evita a etapa de descascamento. Portanto, o rendimento encontrado já era esperado devido a massa correspondente as cascas presentes na prensagem.

Os valores de umidade da matéria prima prensada, encontrados nesse trabalho, para as amostras foram de 8,42 e 7,88%, superiores se comparados aos estudos de Santos (2008) e Balbi *et al.* (2014) que obtiveram umidade para amêndoas de 4,98% e 4,35%, respectivamente. O teor de umidade é influenciado por diferenças climáticas, índice de umidade relativa local, diferenças da matéria-prima considerando mudanças na safra dentre outros fatores (SANTOS; CORRÊA; LANNES, 2011; SANTOS, 2012).

#### **Análise microbiológica do óleo e da torta**

De acordo com a RDC nº 331/2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação, estabelece que os alimentos prontos para oferta ao consumidor cumpram com os padrões microbiológicos especificados na IN nº 60/2019. No entanto, a legislação brasileira não estabelece esses padrões para óleos e ingredientes, pois o primeiro é reconhecido pelo conteúdo fortemente baixo em água o que favorece a estabilidade microbiológica e o segundo não são, geralmente, entregues à venda direta ao consumidor final. Portanto, para prosseguir com parâmetros de análises para os óleos vegetais foi usada a categoria 11 da IN nº 60/2019 para margarinas e cremes vegetais, dado que segundo a normativa, para orientações de produtos não caracterizados explicitamente nas categorias gerais, deve-se considerar a similaridade da natureza do alimento e processo de fabricação (BRASIL, 2019).

Desse modo, a Tabela 3 mostra o limite microbiológico mínimo (m) e máximo (M) para a categoria de nozes, amêndoas e sementes comestíveis e para margarinas e cremes vegetais.

**Tabela 3** – Limites microbiológicos para as análises realizadas.

	Nozes, amêndoas e sementes comestíveis		Margarinas e cremes vegetais	
	m	M	m	M
<i>Salmonella sp</i> em 25g	Aus	-	Aus	-
Enterobacteriaceae/g	-	-	10	10 <sup>2</sup>
Bolores e Leveduras/g	5 x 10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i> /g	10	10 <sup>2</sup>	-	-

Fonte: Brasil (2019)

Ainda que a ANVISA não apresente padrões microbiológicos de Enterobacteriaceae para a categoria de nozes, amêndoas e sementes comestíveis, o teste foi feito na torta obtida. Dessa forma, é observado os resultados das análises microbiológicas na Tabela 4.

**Tabela 4** – Resultados das análises microbiológicas.

	<i>Salmonella sp</i> em 25g	Enterobacteriaceae (UFC/g)	Bolores e Leveduras (UFC/g)	<i>Escherichia coli</i> NMP/g
Óleo	Aus	1,0 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	-
Torta	Aus	1,0 x 10 <sup>1</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	< 3

Fonte: Autora (2022)

Assim sendo, o óleo coletado e a torta apresentaram resultados satisfatórios para *Salmonella sp*, Enterobacteriaceae, Bolores e Leveduras. A torta teve resultado satisfatório para *Escherichia coli* também de acordo com a ANVISA.

### Caracterização físico-química dos óleos

Os resultados das análises físico-química dos óleos estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5** – Caracterização físico-química dos óleos.

Parâmetros	Óleo I	Óleo II
Índice de acidez (mg KOH/g)	2,89 ± 0,06	3,87 ± 0,01
Acidez livre* (% ácido oleico)	0,28	0,32
Índice de iodo* (gI <sub>2</sub> /100g)	97,06	96,77
Índice de saponificação* (mg KOH/g)	189,20	191,01

Legenda: \* valores calculados a partir de dados dos espectros integrados de H1 RMN.

Fonte: Autora (2022)

O índice de acidez apresentou média de 2,89 e 3,87mg KOH/g para a primeira e segunda extração, respectivamente. Quanto a acidez livre, os resultados foram 0,28 e 0,32%. Os valores encontrados estão abaixo dos conseguidos por Santos (2014), que utilizou o óleo proveniente da torta de castanha-do-Brasil, Santos *et al.* (2015) com amêndoas provenientes do beneficiamento e Pereira *et al.* (2019) com óleo comercial que foram 8,53; 4,18 e 5,27mg KOH/g, respectivamente. Entretanto, estão acima, se comparados com os estudos de Santos (2013) e Muniz *et al.* (2015) que encontraram índice de acidez de 3,76 e 2,14mg KOH/g.

Ademais, a acidez livre dos óleos é diretamente proporcional a altas temperaturas e umidade do clima, condições que são características da região amazônica (PEREIRA *et al.*, 2019). Esses fatores influenciam no índice de acidez já que a matéria-prima é proveniente dessa região. No que tange ao índice de peróxido, em virtude de o óleo ser recém extraído, não foi possível determinar peróxido nos óleos estudados, estando provavelmente abaixo do limite de detecção do método. Consoante ao exposto por Borgo e Araújo (2005), os peróxidos são compostos tóxicos e precedentes dos compostos finais da degradação e oxidação da gordura. Desta forma, indica valores muito baixos e boa qualidade do óleo analisado.

A ANVISA por meio da IN nº 87/2021 estabelece padrões para óleos não refinados prensados a frio com valores máximos de 4,0mg KOH/g para índice de acidez e 15meq/kg para índice de peróxido. Sendo assim, os óleos obtidos nesse estudo estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2021).

O índice de iodo também está similar com a literatura, sendo identificado nesse trabalho como 97,06 e 96,77gI<sub>2</sub>/100g. Santos (2014), Schons (2017) e Pereira *et al.* (2019) encontraram valor de 98,27; 85,8; 91,07gI<sub>2</sub>/100g. O valor mais baixo foi de Schons (2017), porém o autor utilizou extração assistida por ultrassom o que aumenta a qualidade do óleo.

Para o índice de saponificação, no presente trabalho foi determinado o valor de 189,20 e 191,01mgKOH/g para o óleo das extrações I e II, respectivamente. Os valores estão dentro do estabelecido pelo Codex Alimentarius com valor máximo de 196,0mgKOH/g para índice de saponificação de óleo de azeite (virgem e refinado) para consumo humano (CODEX, 2009). Schons (2017), Pereira *et al.* (2019) e Vilhena *et al.* (2020), encontraram valor de 191,62; 187,07 e 200,17mgKOH/g, de modo respectivo. Além disto, a saponificação é inversamente proporcional ao peso molecular do ácido

graxo e, portanto, quanto maior o índice maior a possibilidade de utilizar o óleo na alimentação humana (SILVEIRA, 2015).

### Perfil de ácidos graxos dos óleos

Os ácidos graxos encontrados nas amostras dos óleos do resíduo de beneficiamento das castanhas-do-Brasil, e suas concentrações são relatadas na Tabela 6, assim como também os resultados dos estudos de outros autores.

**Tabela 6** – Perfis de ácidos graxos obtidos e de diferentes autores.

Ácido graxo	Autor (2022)		Santos (2014) <sup>1</sup>	Silveira (2015) <sup>2</sup>	Pereira <i>et al.</i> (2019) <sup>3</sup>	Souza <i>et al.</i> (2020) <sup>4</sup>
	Óleo I	Óleo II				
C18:2	48,57	52,29	38,70 ± 1,31	42,36	31,73 ± 0,01	38,61 ± 1,64
C18:1	19,52	15,08	38,17 ± 1,20	29,83	41,62 ± 0,01	31,95 ± 1,27
C16:0	16,19	17,17	14,84 ± 0,08	15,17	14,84 ± 0,01	17,11 ± 1,97
C18:0	15,43	14,98	7,56 ± 0,20	9,30	10,48 ± 0,06	11,91 ± 2,28
C20:0	0,17	0,2	0,00	0,23	-	-
C16:1	0,12	0,18	0,39 ± 0,01	0,35	0,35 ± 0,01	-
Saturados	31,79	32,35	22,74 ± 0,10	24,85	26,32 ± 0,01	29,24 ± 4,29
Monoinsaturados	19,64	15,26	38,56 ± 1,21	32,78	48,39 ± 3,15	31,95 ± 1,27
Poli-insaturados	48,57	52,29	38,70 ± 1,31	42,36	13,15 ± 0,39	42,31 ± 1,64

Legenda: <sup>1</sup> extração por bligh dyer do óleo da torta; <sup>2</sup> extração a frio das amêndoas por prensagem semicontinua em prensa hidráulica; <sup>3</sup> óleo cedido por empresa; <sup>4</sup> óleo extra virgem adquirido comercialmente.

Fonte: Autora (2022)

O presente estudo apresentou quantidade de ácidos graxos saturados maiores em relação a todos os autores, com maior concentração do ácido palmítico, esteárico e araquídico. Estes resultados estão próximos aos valores da literatura descritos na Tabela 6. Em relação aos ácidos graxos insaturados, os resultados foram maiores somente em comparação com Pereira *et al.* (2019). O ácido graxo linoleico (da série dos ômega-6), oleico (ômega-9) e palmitoleico foram os mais presentes em ordem decrescente entre os insaturados, esse perfil possui semelhança com a literatura.

Segundo Lima (2010), óleos vegetais com alto teor de ácido linoleico, quando agregado a emulsões cosméticas não iônicas e aniônicas não apenas desenvolve grande grau de emoliência e espalhabilidade, mas também características reológicas importantes à estabilidade e processamento industrial. Ademais, esse ácido é capaz de

restaurar a função da barreira cutânea, o que reduz a perda de água transepidérmica, proporcionando aumento da hidratação e saúde da pele, sendo ótimo para formulações cosméticas no combate ao envelhecimento.

O ácido graxo oleico (ômega-9) e linoleico (pertencente ao ômega-6), segundo estudo realizado por Cardoso *et al.* (2004), apresenta relevante capacidade terapêutica na cicatrização de ferimentos de peles lesionadas. Além de que, o ômega-9 está envolvido no metabolismo humano e na síntese de hormônios, por outro lado, a série dos ômega-6 é necessário na dieta, pois contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares como arritmia e coagulação do sangue, como também hiperinsulinemia (MUNIZ *et al.*, 2015). O alto conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e poli-insaturados (PUFA) nos alimentos é positivo para a saúde cardiovascular, especialmente em comparação com dietas abundante em ácidos graxos essenciais. Dessa forma, a composição de ácidos graxos no óleo da castanha-do-Brasil é excelente para uso na indústria de alimentos (KLUCZKOVSKI *et al.*, 2021).

### **Atividade antioxidante**

A avaliação da atividade antioxidante por ABTS obtida de 658,10 e 918,34  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o Óleo I e II, respectivamente, mostrou que ambos os óleos apresentaram boa atividade pelo método ABTS. É preciso ter em vista que o óleo estudado no presente trabalho é originário do resíduo da indústria de castanhas-do-Brasil, ainda assim, apresentou alta atividade antioxidante. Miraliakbari e Shahidi (2008), que estudaram o efeito de diferentes solventes na extração do óleo de amêndoas comerciais, obtiveram para a castanha-do-Brasil valores de 81,8  $\mu\text{M}$  Trolox/g para extração com hexano e 1216,9  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o solvente clorofórmio-metanol.

A atividade antioxidante do óleo da castanha-do-Brasil se deve a presença de tocoferóis e selênio contido nos lipossomos da castanha (CALLISAYA; ALVARADO, 2016). Além disso, a alta atividade antioxidante proporciona a essa semente e óleo um valor agregado devido não apenas a redução da oxidação lipídica, mas também pela redução do risco de desenvolvimento de patologias como disfunção cerebral, câncer e arteriosclerose (MALDONADO *et al.*, 2020).

Conforme Carrocho *et al.* (2018), antioxidantes intrínsecos conseguem prevenir a auto oxidação de compostos presentes no alimento, eliminando os radicais livres. Esses compostos antioxidantes são capazes de preservar as propriedades nutricionais e

sensoriais dos alimentos. Portanto, devido ao seu potencial antioxidante, esse óleo tem potencial para ser utilizado na indústria cosmética como elemento funcional.

### Análise centesimal das tortas

Em decorrência das análises, os resultados da composição centesimal da torta parcialmente desengordurada encontram-se na Tabela 7, juntamente com resultados de outros autores para fins de comparação.

**Tabela 7** – Análise centesimal da torta de castanha-do-pará obtida e de diferentes autores.

	Autor (2022)		Santos (2012)	Santos (2014)	Silva (2014)	Souza <i>et al.</i> (2016)	Kato <i>et al.</i> (2016)
	Torta I	Torta II					
Proteínas	19,31 ± 1,62	24,10 ± 0,68	38,54 ± 0,81	28,44 ± 0,11	25,94 ± 3,30	37,54 ± 0,51	27,12 ± 0,39
Lipídios	18,03 ± 0,11	25,56 ± 0,008	31,68 ± 0,27	17,14 ± 0,54	34,88 ± 4,04	35,33 ± 0,27	27,42 ± 0,31
Umidade	10,72 ± 0,13	9,03 ± 0,05	4,20 ± 0,08	2,09 ± 0,009	8,82 ± 0,60	5,35 ± 0,85	5,04 ± 0,71
Cinzas	3,43 ± 0,10	5,58 ± 0,17	6,80 ± 0,04	9,7 ± 0,03	5,20 ± 0,09	4,08 ± 0,34	5,44 ± 1,29
Carboidratos	48,51 ± 1,86	35,73 ± 0,53	9,93 ± 0,46	23,14	25,17 ± 4,82	7,70 ± 0,46	21,18 ± 0,29

Fonte: Autora (2022)

Por conseguinte, os valores de proteínas obtidos encontram-se menores dos resultantes de outros estudos e mais próximos do obtido por Silva (2014). Os valores de proteínas mais altos foram adquiridos por Santos (2012) que utilizou a torta da extração lipídica por prensagem de amêndoas e Souza *et al.* (2016) que analisou a torta parcialmente desengordurada de uma empresa localizada na Cidade de Belém. Santos (2014) estudou a torta gerada através de extração mecânica a frio do óleo de uma indústria. Por outro lado, Kato *et al.* (2016) executou a própria extração de óleo por prensagem de amêndoas *in natura* da safra de 2012 adquiridas em Sinop, município de Mato Grosso.

Os valores de lipídios obtidos no trabalho estão próximos com resultados da literatura. Santos (2014) e Kato *et al.* (2016) obtiveram resultados mais próximos dos encontrados no presente trabalho. Entretanto, os valores foram menores dos expostos por Santos (2012), Silva (2014) e Souza (2016). É importante evidenciar que o teor de lipídios está relacionado com a eficiência da extração de óleo e a granulometria do

material usado. Posto isso, Santos *et al.* (2013) realizou um estudo com extração supercrítica por CO<sub>2</sub> do óleo de amêndoas de castanha-do-Brasil e obteve uma torta com teor lipídico de  $9,68 \pm 0,27\text{g}/100\text{g}$  exibindo uma eficiência maior na retirada de óleo. Em virtude de o objetivo desse trabalho ser a máxima retirada de óleo do material residual da indústria de castanha-do-Brasil, o valor encontrado de 18,03 e 25,56% ainda se encontra alto, revelando que ainda existe óleo residual na torta. Essa maior concentração de lipídios proporciona conseqüentemente menor concentração de proteínas. No entanto, no aspecto nutricional a quantidade de lipídio é importante, pois o maior componente da fração graxa da castanha-do-Brasil é o ácido graxo linoleico admitido como sendo um ácido graxo essencial para a alimentação (SOUZA; MENEZES, 2004). Sendo assim, por ação do perfil de ácidos graxos essenciais, a remoção total de lipídios pode diminuir a valia nutricional do resíduo. Dessa forma, objetivando destinar essa torta para a alimentação animal, este é um item considerável.

A umidade obtida das Tortas I e II encontram-se abaixo do valor máximo estabelecido pela RDC nº 263/2005 da ANVISA que designa umidade máxima de 15% para farinhas, amido de cereais e farelos. Os valores estão acima dos achados pelos autores da Tabela 7, porém todos utilizaram torta da extração lipídica de amêndoas, diferentemente desse trabalho que estuda a torta da prensagem hidráulica de amêndoas e cascas da castanha-do-Brasil. Pacheco e Martins (2013) relataram umidade de 8,5 e 7,9% para cascas de castanhas da safra de 2010 e 2011, respectivamente. Souza e Silva (2021), apresentaram umidade de 8,51% para as cascas. Conseqüentemente, a presença das cascas na torta contribui para valores mais altos de umidade. Apesar disso, os valores estão próximos de Silva (2014). O nível de umidade encontrado é adequado para o bom estado de conservação, pois minimiza reações de decomposição ocasionado por crescimento microbiano, entre outros fatores de degradação (BRASIL, 2005; SANTOS, 2012).

Os valores de cinzas encontram-se próximos com os encontrados na literatura. Para a Torta I o valor foi menor, e a Torta II apresentou resultados menores em comparação com Santos (2012) e Santos (2014). De acordo com elucidado por Santos (2012), o valor maior obtido para a torta pode ser indicativo da presença considerável de macro e microminerais a exemplo do selênio, ferro, magnésio, potássio, cálcio, manganês e outros compostos minerais com prestígio nutricional. A Torta II pode também ter apresentado maiores valores de cinzas, pois provavelmente encontrava-se

com mais sujidade, possivelmente vindas do processo de coleta das amostras, por esse motivo na etapa da coleta do óleo e filtragem, a cor do Óleo II foi mais escura se comparado com o Óleo I.

Os carboidratos adquiridos por diferença, manifesta o diferencial da composição dos outros constituintes. Os resultados de carboidratos foram maiores dos obtidos nos estudos utilizados para comparação nesse trabalho, com diferença percentual de 40,81% do maior valor obtido na Torta I (48,51%) para o menor valor obtido por Souza *et al.* (2016) de 7,70%. É importante atentar-se que o autor alcançou um dos maiores percentuais de lipídios e proteínas, o que reduz o percentual de carboidratos. Todavia, a torta de amêndoas de castanha-do-Brasil analisada por Ferreira *et al.* (2006), mostrou resultados de 39,63% para carboidratos que se encontram mais próximos dos percentuais desse trabalho. Em comparação com tortas de outras oleaginosas, o quantitativo detectado exhibe valores parecidos aos de Jacobo *et al.* (2009), que analisou a torta de patauá e buriti obtendo quantidades de 44,5 e 38,4% para carboidratos. Ferreira *et al.* (2008), apresentou valor de 65,78% para torta de tucumã.

É evidente que para a castanha-do-Brasil, o grau de nutrientes distingue-se com o tamanho, origem e variedade da oleaginosa (SANTOS, 2015). Conseqüentemente, a torta obtida também sofre variações que ocorrem também pela forma de extração do óleo.

Assim sendo, como a torta do presente trabalho conta com a presença das cascas, é preciso levar em consideração na comparação com os valores encontrados com os demais autores. Segundo Manfio *et al.* (2012), a casca da castanha-do-Brasil oriunda do Centro-Oeste e Leste da Amazônia retratam os seguintes valores de macronutrientes, umidade e cinzas conforme a Tabela 8.

**Tabela 8** – Composição aproximada da casca de castanha-do-Brasil de diferentes regiões amazônicas.

(%)	Centro-Oeste da Amazônia	Leste da Amazônia
Proteínas	3,82	3,26
Lipídios	7,30	7,23
Carboidratos (Amido)	3,34	3,53
Carboidratos (Fibra dietética)	32,25	22,91
Umidade	3,32	4,12
Cinzas	5,80	6,77

Fonte: Manfio *et al.* (2012)

De acordo com o próprio autor, o teor de fibras encontrado para as cascas e pele marrom das amêndoas foi bastante elevado para esses resíduos de fábrica, o que é extremamente promissor para o enriquecimento de fibras alimentares.

## CONCLUSÃO

A geração de resíduos agrícolas no contexto atual é alta. A Castanha-do-Brasil devido não só a composição do fruto e a fração aproveitável comercialmente, mas também a sua parte importante na produção dos produtos da extração vegetal não madeireiros, contribui para formação de resíduos. Em consequência, é importante encontrar formas de conceder valor agregado a esses resíduos para proporcionar outros destinos além de seu descarte.

Para isso, os valores obtidos da análise microbiológica revelaram que o resíduo de beneficiamento da castanha-do-Brasil fornece óleo e torta dentro dos padrões microbiológicos da ANVISA. Além disso, tendo em vista a facilidade de operação do equipamento e a desoneração do processo, a extração do óleo por prensagem a frio mostrou rendimentos satisfatórios. Ademais, a cromatografia gasosa e a análise da atividade antioxidante mostraram boa composição de ácidos graxos e alta atividade antioxidante pelo método ABTS.

A análise centesimal da torta obtida da extração do óleo do resíduo de beneficiamento da castanha-do-Brasil apresentou valores apropriados para o aproveitamento na alimentação animal e até mesmo na alimentação humana.

Portanto, por meio dos resultados das análises realizadas no óleo e na torta foi possível definir seu bom potencial, para uso na indústria de alimentos e cosmética, com adequada forma de tratamento.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil componentes by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corp., 2007.

ALMEIDA, José Jonas. **Do extrativismo à domesticação**: as possibilidades da castanha-do-pará. 2015. Tese (Doutorado em História Econômica) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ANJOS, D. B. *et al.* Potencial da casca da castanha do Brasil como biofertilizante no cultivo de *Lactuca sativa* L. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 4, n. 1, p. 193-199, 2017.

BALBI, M. E. *et al.* Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): composição química e sua importância para saúde. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 51-63, 2014.

BORGO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C. Mecanismos dos processos de oxidação lipídica. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 130, p. 50-58, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 87, de 15 de março de 2021. Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição, de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, dispõe sobre padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 368-369, 2005.

CALLISAYA, J. C.; ALVARADO, J. A. Total phenol contents and antioxidant capacity of *Bertholletia excelsa*, amazonian almonds from Bolivia. **Revista Boliviana de Química**, v. 33, p. 34-42, 2016.

CARDOSO, C.R.B. *et al.* Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repair and Regeneration**, v. 12, n. 2, p. 235-243, 2004.

CARNEIRO, P. I. B.; REDA, S. Y.; CARNEIRO, E. B. B. <sup>1</sup>H NMR Characterization of Seed Oils from Rangpur Lime (*Citrus limonia*) and "Sicilian" Lemon (*Citrus limon*). **Annals of Magnetic Resonance**, v. 4, n. 3, p. 64-68, 2005.

CAROCHO, M. *et al.* Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 71, p. 107-120, 2018.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex **Standards for olive oils, and olive pomace oils, CODEX Stan 33, 1981**. Roma: FAO/WHO, 2003. (Revisão 2009).

FERREIRA, E.S. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Alim. e Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 203-208, 2006.

FERREIRA, E.S. *et al.* Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alim. e Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 427-433, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

JACOBO, F. Q. *et al.* Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de unguurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa*) de la amazonía peruana. **Rev. Soc. Quím. Perú**, Lima, v. 75, n. 2, p. 243-253, abr. 2009.

KATO, C. G. *et al.* Caracterização físico-química da torta de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) obtido pelo método de prensagem para o aproveitamento tecnológico. **Uningá Review**, [S. I.], v. 2, n. 25, p. 7-11, 2016.

KLUCZKOVSKI, A. M. *et al.* CARACTERIZAÇÃO E EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE CASTANHA-DO-BRASIL: revisão. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 3**, p. 391-402, 2021.

LAUFENBERG, G. *et al.* Transformation of vegetable waste into value added products::(A) the upgrading concept;(B) practical implementations. **Bioresource technology**, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LIMA, C.R.R.C. **Identificação de ácidos graxos presentes no óleo de Castanha do Brasil em emulsões cosméticas. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.**

MALDONADO, S. A. S. *et al.* Determination of total phenolic compounds, antioxidant activity and nutrients in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). **Journal Of Medicinal Plants Research**. [S. I.], p. 373-376. ago. 2020.

MANFIO, D. *et al.* Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) Selenium Distribution and Physical Chemical Characteristics of Shell, Brown Skin and Edible Part from Two Amazon Regions. **Asian Journal of Agriculture and Rural Development**, [S. I.], v. 2, n. 2, p. 287–293, 2012.

MIRALIKBARI, H.; SHAHIDI, F. Antioxidant activity of minor components of tree nut oils. **Food Chemistry**, v. 111, n. 2, p. 421-427, 2008.

MONDELLO, L.; FFNSC 2: Flavors and Fragrances of Natural and Synthetic Compounds, Mass Spectral Database; **John Wiley & Sons Inc.**: New York, 2011.

MÜLLER, C. H. *et al.* **A cultura da castanha-do-brasil**. EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 23. p. 65. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995.

MUNIZ, M. A. P. *et al.* Physicochemical characterization, fatty acid composition, and thermal analysis of *Bertholletia excelsa* HBK oil. **Pharmacognosy magazine**, v. 11, n. 41, p. 147, 2015.

NIST - National Institute of Standards and Technology, Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH, v.2.0d), The NIST Mass Spectrometry Data Center, Gaithersburg, 2011.

NOGUEIRA, I. M. S.; LAHR, F. A. R.; GIACON, V. M. Desenvolvimento e caracterização de painéis de partículas aglomeradas utilizando o resíduo do ouriço da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e resina poliuretana derivada do óleo da mamona. **Revista Matéria**, v. 23, n. 1, p. e-11985, 2018.

OLIVEIRA, J. M. C.; LOBO, P. C. **Avaliação do Potencial Energético de Resíduos de Biomassa Amazônica**. In: 4º Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas. 2002.

PACHECO, A. M.; MARTINS, M. Brazil nut sorting for aflatoxin prevention: a comparison between automatic and manual shelling methods. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 369-375, 2013.

PASTORE, F. J.; ARAÚJO, V. F. **Plantas da Amazônia para a produção cosmética: uma abordagem química - 60 espécies do extrativismo florestal não madeireiro da Amazônia**. 2005.

PEREIRA, Ericsem. *et al.* Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. **Food Chemistry**, v. 278, p. 208-215, abr. 2019.

RE, Roberta. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REDA, Seme Youssef. CARNEIRO, Paulo Irajara Borba. **Parâmetros físico-químicos do óleo de milho in naturae sob aquecimento calculado pelo programa PROTEUS RMN H1**, Publ. UEPG, Ponta Grossa, 12 (2): 31-36, ago, 2006.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. **Compendium of methods for the microbiological examinations of foods**. 5 ed., Washington (DC): APHA, 2015.

SALOMÃO, R. P. A castanheira: história natural e importância socioeconômica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 259-266, 29 ago. 2014.

SALOMÃO, R. P. *et al.* Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Cienc. Nat.**, Belém, vol. 1, n. 2, p. 65-78, ago. 2006.

SANTANA, A. C. *et al.* O Custo Socioambiental da Destruição de Castanheiras (*Bertholletia excelsa*) no Estado do Pará. **Revista de Estudos Sociais**, v. 18, n. 37, p. 3, 11 fev. 2017.

SANTOS, A. L. *et al.* Avaliação físico-química de óleo residual de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e sua conversão em biodiesel. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 3550-3561, 1 dez. 2015.

SANTOS, Marcio José Teixeira dos. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ÓLEOS VEGETAIS PRODUZIDOS NA AMAZÔNIA**. 2014, 87 f, Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

SANTOS, Midiana Gusmão dos. **Avaliação de estabilidade do extrato hidrossolúvel de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SANTOS, O. V.; CORRÊA, N. C. F.; LANNES, S. C. S. Caracterização física, físico-química, microbiológica e micotoxicológica da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). **Revista Illuminart**, Sertãozinho, v. 12, n. 7, p. 48-59, set. 2011.

SANTOS, O.V. *et al.* Yield, nutritional quality, and thermal-oxidative stability of Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) obtained by supercritical extraction. **Journal Of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 499-504, ago. 2013.

SANTOS, Orquídea Vasconcelos dos. **Estudos das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, Orquídea Vasconcelos dos. **DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE ALTO TEOR PROTÉICO A PARTIR DA CASTANHA-DO-BRASIL**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SANTOS, Vanessa Rezende dos. **A QUALIDADE E A ESTABILIDADE DO ÓLEO DA CASTANHA-DO-BRASIL (*BERTHOLLETIA EXCELSA*) DEPENDEM DO MÉTODO DE OBTENÇÃO**. 2013. 80 f, Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SCHIRIGATTI, E. L. *et al.* Market Behavior for in Shell Brazil Nuts Produced in Brazil from 2000 to 2010. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 369-377, 3 maio 2016.

SCHONS, Jéssica Iara. **Caracterização físico-química do óleo da Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) obtido por ultrassom**. 2017. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências da Saúde, Sinop, 2017.

SILVA, Adriana Figueiredo da. **Efeito das etapas de processamento sobre a qualidade de castanhas-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.): avaliação da fração lipídica e contaminação por aflatoxinas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

SILVEIRA, Catia da Silva. **Caracterização Físico-Química e Avaliação Biológica de Produtos da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. 2015, 146f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SOUZA, A. L. G. et al. Aproveitamento dos resíduos de extração de óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em produtos alimentícios ricos em proteínas, lipídios e fibras. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 4, p. 21-30, mar. 2016.

SOUZA, C. D. R.; SILVA, K. C. Potencial energético dos resíduos da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) para produção de carvão ativado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e53310212698, 27 fev. 2021.

SOUZA, E. F. de *et al.* Evaluation of oxidative stability, fatty acid profile and quality physico-chemical parameters of Brazil nut, coconut and Palm oils. **Ciência e Natura**, v. 42, n. 9, p. 1-13, set. 2020.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 120-128, mar. 2004.

VILHENA, A. E. G. *et al.* Caracterização físico-química do óleo de castanha do Pará extraído por prensagem hidráulica. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 3, p. 859–865, 2020.

*Recebido em: 05/07/2022*

*Aprovado em: 08/08/2022*

*Publicado em: 12/08/2022*