

Avaliação das características físico-químicas da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e da castanha portuguesa (*Castanea sativa mill.*)

RESUMO

A castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e portuguesa (*Castanea sativa* Mill.) são culturas cultivadas no Brasil e em Portugal, respectivamente, e suas amêndoas consumidas principalmente *in natura*, as quais são ricas em minerais, vitaminas e nutrientes. Dessa forma, objetivou-se avaliar e comparar as características físicas e físico-químicas das amêndoas da castanha do Brasil e portuguesa. Foram analisados 6 kg de castanhas de cada tipo, através das suas características físicas como altura, diâmetro maior e menor, e características físico-químicas como pH, acidez total titulável, cinzas, umidade, proteína e lipídeos. As análises da castanha do Brasil foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Já as análises da castanha portuguesa foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade do Porto. Aplicou-se software Microsoft Excel, para análise de média e desvio padrão. Logo após foi realizado o Teste t de Student para comparação entre as médias das castanhas brasileiras e portuguesas, e em seguida realizou-se uma análise multivariada (PCA e HCA), todos através do software Minitab 16.0. Através dos resultados foi possível confirmar a diferenciação das castanhas em todos os parâmetros analisados. Verifica-se que a castanha do Brasil é rica em proteínas (14,58%) e lipídeos (64,07%), e a castanha portuguesa tem alta concentração de umidade (50%), baixa concentração de proteína (7,10%), porém possuindo alto valor biológico e, segundo a literatura, é rica em fibra alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Fruticultura. Castanheira. Composição centesimal. *Bertholletia*. *Castanea*.

Bruna Paula Pantoja Caxias da Silva

brunacaxias29@gmail.com

orcid.org/0000-0002-0261-1433

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

Valdeci Junior Fonseca Pinheiro

valdecjr04091997@gmail.com

orcid.org/0000-0002-7190-8265

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

Diego Fabrício Santa Rosa Cardoso

diicardoso18@gmail.com

orcid.org/0000-0002-6896-7187

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

Ivan Carlos da Costa Barbosa

ivan.barbosa1212@gmail.com

orcid.org/0000-0002-7358-5789

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

Luciana Pinheiro Santos

Lpsantos14@gmail.com

orcid.org/0000-0003-285061

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

Rosa Maria Souza Santa Rosa

santarosa.rs71@gmail.com

orcid.org/0000-0002-9534-605x

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém, Pará, Brasil.

INTRODUÇÃO

As florestas colaboram para a produção de alimentos, sobretudo por meio do extrativismo vegetal consciente preservando o meio ambiente aliado a economia de pequenos e médios produtores, compondo assim parte dos gêneros alimentícios que chegam ao mercado consumidor. Ao longo da evolução humana, ocorreram domesticações de sementes, permitindo a diversidade ornamental, medicinal e alimentar disponíveis atualmente, inseridas, entre esses produtos, podemos citar a castanha do Brasil e a portuguesa (MENEZES FILHO et al., 2019; MELO, 2015).

A castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*), é conhecida popularmente por “castanheira ou castanha-do-Brasil”, teve grande importância na formação econômica, social e política da região Amazônica, e está entre os produtos mais comercializados no mercado nacional e de exportação. Silva et al (2013) compreendem o extrativismo e beneficiamento das amêndoas como atividades fundamentais para as comunidades na Amazônia, de forma viável economicamente e correta ecologicamente.

Além disso, o seu fruto a castanha-do-Brasil é fonte de fibras, proteínas e lipídeos, também é rica em vitaminas e minerais, como potássio, selênio, magnésio e zinco e é popularmente conhecida pelo combate ao envelhecimento celular e por utilizada no apoio a casos de desnutrição e anemia (MMA, 2017). Segundo dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), a castanha do Brasil é destaque, por ter movimentado 98,551 milhões de reais, ocupando a terceira colocação, em valor da produção, entre os produtos de extrativismo do Brasil no ano de 2020.

Já a castanheira tipo portuguesa (*Castanea sativa* Mill.), tem baixo teor de gordura quando comparada com outros frutos secos como amêndoa, avelã e a castanha do Brasil, o que faz com que a castanha portuguesa tenha baixo valor calórico. Seu teor de proteína bruta quando comparado ao de outras castanhas e sementes comestíveis é relativamente baixo, porém, de alto valor biológico por possuir todos os aminoácidos essenciais (SOUZA et al., 2012).

Possuindo assim alto valor econômico, o que é constatado segundo a CEASA (2021) mostrando que essa castanha importada foi comercializada a preço médio de R\$ 65,00 kg⁻¹, nas Ceasas do Brasil em setembro de 2021, porém, sua maior utilização não é alimentícia, quando comparada à castanha do Brasil, mas sim no paisagismo, sendo encontrado em praças, principalmente na região Sul do Brasil.

Desta maneira, é fundamental conhecer os constituintes através da realização de análises físico-químicas nas castanhas processadas (do Brasil e portuguesa), por meio da comparação centesimal em ambas as espécies, já que, como exposto são frutos ricos, com grande importância nutricional e estão gerando capital aos mercados nacional e internacional.

Além disso, é uma forma de estimular o cultivo das castanheiras, as quais podem representar uma alternativa viável à diversificação agrícola face aos inúmeros processamentos e possibilidades de uso de suas amêndoas, rusticidade da planta, baixo custo para a manutenção do pomar e pouca utilização de mão de obra (BUENO e PIO, 2018).

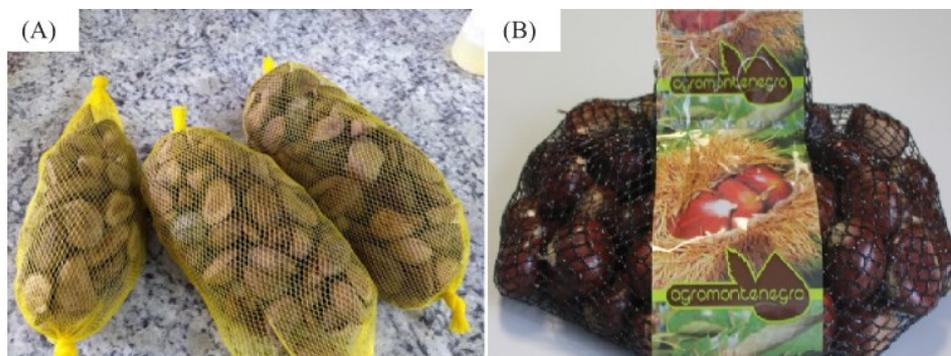
Neste contexto esta pesquisa teve por finalidade avaliar e comparar o perfil físico, as características físico-químicas e a composição centesimal das amêndoas de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill.).

MATERIAL E MÉTODOS

As análises e o processamento das amêndoas da castanha do Brasil foram realizados na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no laboratório de Tecnologia de Alimentos no Centro de Tecnologia Agropecuária (CTA). Já as análises da castanha portuguesa foram realizadas no laboratório de Química da Universidade do Porto, Portugal.

Para esta pesquisa foram utilizados 6 kg de amêndoas de castanha do Brasil, oriundas do município de Bujaru, estado do Pará, Brasil (Figura 1, prancha A), e 6 kg de amêndoas de castanha portuguesa, as quais foram obtidas no município de Vila Real, Portugal (Figura 1, prancha B). Em seguida, esses 6 kg de amêndoas foram separados em três lotes, e cada lote foi composto por três amostras, as quais foram analisadas em triplicata.

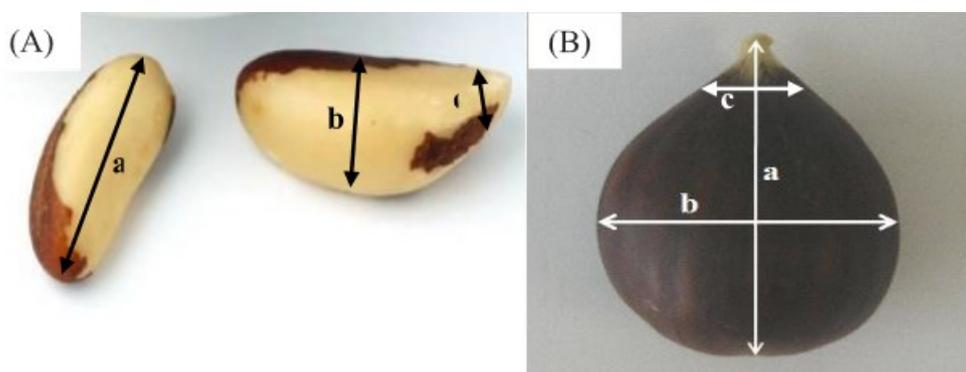
Figura 1. Em (A) amostras de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) adquiridas no município de Bujaru, estado do Pará, Brasil e em (B) amostras de castanha portuguesa (*Castanea sativa*) adquiridas no município de Vila Real, Portugal.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para a caracterização biométrica física da amêndoa em ambas as espécies, foram realizadas medições de altura, diâmetro maior e diâmetro menor, utilizando paquímetro (Starfer, Modelo quadrimensional) com resolução de 0,150 x 0,2 mm, para amostras de castanha do Brasil e paquímetro digital (Mitutoyo, Modelo quadrimensional) 150 mm, com resolução de 0,01 para amostras de castanha portuguesa, considerando sempre a maior medida aferida. A Figura 2, pranchas (A) e (B) apresentam os esquemas de medições das dimensões das castanhas. Foram realizadas determinações de cem unidades, escolhidas de forma aleatória, conforme determinado por Ferreira et al. (2006).

Figura 2. Representação esquemática das dimensões, em (a) altura, (b) diâmetro maior e em (c) diâmetro menor, da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*), prancha (A), e em (B) para a castanha portuguesa (*Castanea sativa*).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As amêndoas de castanhas encontravam-se *in natura*. Assim, foram higienizadas com solução aquosa de hipoclorito de sódio a 100 ppm de cloro

ativo (v/v) por 15 minutos; secadas ao ar; descascadas manualmente, e novamente higienizadas com a solução aquosa de hipoclorito de sódio por 15 minutos. Em seguida, foram trituradas em moinho analítico (IKA, Mod. A11B32) para castanhas brasileiras, e moinho analítico (IKA, Mod. A11 basic) para castanhas portuguesas, para posterior caracterização do perfil físico-químico. As análises foram realizadas em triplicata, para as determinações físico-químicas para os teores de acidez total titulável, cinzas, umidade, proteína e lipídeos, bem como para o potencial hidrogeniônico (pH).

A acidez total titulável (ATT), expressa em %, foi determinada utilizando método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, até o aparecimento da coloração rósea.

O material mineral (MM) conhecido como cinzas foi descrito em %. Foi determinado pensando dois gramas da amostra em cadinho de porcelana, previamente seco em mufla a 550 °C, onde em seguida, foi resfriado até a temperatura ambiente e pesado. Em seguida, utilizou-se o pó para cada amostra, foi pesado e submetido à incineração, até obtenção de cinzas brancas, conforme metodologia proposta por Horwitz et al (2010).

Para obtenção do teor de umidade, foi utilizado método gravimétrico, onde foi pesado 5 g de amostra em cadinho de porcelana, e subsequente secagem em estufa a 105 °C. Este parâmetro foi determinado em % de umidade na amostra conforme proposto por Horwitz et al (2010).

Para determinação de proteína total, expressa em %, foi utilizado método Micro-Kjeldahl, usando o fator de conversão do nitrogênio total em proteína de 5,46 para castanha do Brasil, segundo Hart e Fisher (1971), e de 6,25 para castanha portuguesa segundo Braga (2014). Este método consiste em três etapas onde, inicialmente a amostra passa por um processo de digestão em bloco digestor de proteína à 400 °C. Em seguida, procede-se com a destilação, em destilador de proteína. Por fim, foi realizada a titulação, na qual a solução aquosa de ácido clorídrico a 0,1 eq-g. L⁻¹ (v/v) é utilizada como titulante.

A determinação de lipídeos foi realizada através do método proposto por Bligh e Dyer (1959). Trata-se de um método de extração de lipídeos a quente, o qual utiliza um equipamento de determinação de gordura e como solvente éter

de petróleo. Já a determinação de gordura foi expressa em %. Neste processo a amostra é inserida em um reboiler ficando em refluxo com um solvente em diferentes temperaturas. Ao final deste processo, o reboiler foi levado à estufa a 80 °C para evaporação completa do solvente residual. Em seguida foi resfriado em dessecador e a massa determinada.

O potencial hidrogeniônico (pH), parâmetro adimensional, foi determinado por leitura direta em potenciômetro, segundo técnica nº 981.12 de Horwitz et al (2010).

Os dados foram avaliados utilizando-se o programa Microsoft Excel®, para a análise de média seguida de \pm desvio padrão. Logo após, foi realizado o Teste t-Student para comparação entre as médias das castanhas do Brasil e portuguesa, e em seguida realizou-se uma análise multivariada (PCA e HCA), sendo todas essas análises estatísticas realizadas no programa Minitab 16.0®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS CASTANHAS

O tamanho das amêndoas de castanha do Brasil e portuguesa apresentaram diferentes resultados conforme teste de t-Student para caracterização física, observada na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da caracterização física das castanhas do Brasil e portuguesa, avaliadas neste estudo.

Castanha	Altura (mm)*	Diâmetro maior (mm)*	Diâmetro menor (mm)*
<i>Bertholletia excelsa</i>	34,64 \pm 1,63	16,94 \pm 1,75	13,84 \pm 1,26
<i>Castanea sativa</i>	27,50 \pm 1,07	31,50 \pm 1,00	17,32 \pm 1,13

*Média de 100 unidades analisadas, seguidas de \pm desvio padrão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Silva (2017) determinou para castanha do Brasil valores médios de diâmetro maior e menor de 15,45mm e 12,57 mm respectivamente, próximos aos encontrados nesse estudo de 16 e 13 mm nessa ordem. Resultados superiores foram observados por Ferreira et al. (2016), de 18,10 mm e 15,98 mm. Os valores de altura, diâmetro maior e menor da castanha portuguesa são semelhantes aos reportados por Ramalhosa et al. (2010), onde os pesquisadores encontraram resultados de 28,1 mm; 32,90 mm e 16,9 mm respectivamente.

Observou-se que, o tamanho das amêndoas tanto da castanha do Brasil quanto portuguesa, se diferenciam, segundo Santos (2012), é necessário o conhecimento prévio dessas características físicas por unidade das amêndoas, para melhor enquadramento, seguindo valores recomendados pela FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) ou OMS (Organização Mundial da Saúde).

Além disso, há muitas dificuldades para padronizar em grande, média ou pequena, visto que esses aspectos que são dependes de cada safra, o qual para Ferreira et al. (2006) é um fator significativo para as comparações entre as pesquisas.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CASTANHAS

Os dados obtidos para caracterização físico-química dos lotes de castanha do Brasil estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valor médio e desvio-padrão para amostras de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*).

Parâmetro	Lote	Média	Desvio-padrão
pH	A	4,86 ^C	0,01
	B	5,85 ^A	0,04
	C	5,38 ^B	0,01
Acidez (%)	A	1,78 ^B	0,01
	B	2,15 ^A	0,01
	C	2,15 ^A	0,01
Cinzas (%)	A	3,20 ^A	0,34
	B	3,10 ^A	0,55
	C	3,57 ^A	0,13
Umidade (%)	A	11,64 ^A	0,16
	B	11,33 ^A	0,37
	C	10,53 ^B	0,32
Proteína (%)	A	14,75 ^A	0,45
	B	13,52 ^B	0,13
	C	15,48 ^A	0,19
Lipídeos (%)	A	65,32 ^A	0,09
	B	62,26 ^C	0,12
	C	64,63 ^B	0,27

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Seguindo o teste de Tukey (5% de significância) para a amostra brasileira, o parâmetro de pH apresentou diferença entre os lotes A, B e C. O parâmetro de Acidez apresentou diferença no lote A, o parâmetro Cinzas não apresentou diferença entre os lotes. Já quanto a umidade o lote C apresentou diferença. Em

relação a proteína, se observou diferença no lote B e para o parâmetro lipídeos, notou-se diferença entre os três lotes.

Segundo Menezes Filho et al. (2020), e NCAGR (2017), o pH é um fator importante e fundamental na microbiologia dos alimentos, pois pode ser limitante para os diferentes tipos de desenvolvimento microbiano, diminuindo assim, o tempo de prateleira do produto. Estes alimentos podem ser classificados em: alimentos pouco ácidos com pH > 4,5; alimentos ácidos com pH entre 4 e 4,5, e alimentos muito ácidos pH igual a 4. Sendo que os alimentos pouco ácidos apresentam condições para desenvolvimento de fungos e bactérias, como, leveduras e/ou patogênicas, bem como processos enzimáticos envolvidos na degradação do produto. Nos alimentos ácidos com pH 4,0 a 4,5, é representado pelo desenvolvimento de bactérias lácticas e esporuladas dos gêneros *Bacillus* e *Clostridium*. E já em alimentos muito ácidos com pH < 4,0, a microbiota capaz de se desenvolver é restrita apenas aos bolores e leveduras e, por vezes, bactérias lácticas e acéticas.

Com isso, notou-se que o pH das amostras de castanhas brasileiras variou de 4,86 a 5,85, o que a caracteriza como um alimento pouco ácido, o que pode levar esta castanha a ser um meio favorável ao desenvolvimento de bactérias, podendo ser as mesmas patogênicas ou contaminação por fungos (HAUTH et al., 2017).

O índice de acidez apresentou valores superiores ao encontrados Freitas (2009), de 1,18%. O que indica que as amêndoas estão próprias para consumo, porém, apresentando grau de deterioração significativamente mediano, o qual está diretamente ligado aos ácidos graxos e as reações de oxidação de lipídeos presentes nas castanhas.

As amêndoas de castanha do Brasil apresentaram teor considerável de cinzas de 3%, semelhante aos relatados nos estudos de Silva (2017), Takemoto et al. (2001), Freitas (2009) e Fernandes (2011), com valores de 3,34; 4,21; 3,65 e 4,24%, respectivamente.

As amostras de amêndoas de castanha do Brasil apresentaram teor de umidade de 10% a 11%, o que é desfavorável ao aumento da vida de prateleira desses alimentos, pois o alto conteúdo de umidade prejudica na preservação

desses alimentos por um longo período. No entanto, de acordo com a normativa (nº 8) do MAPA (BRASIL, 2005), prevalece teor de umidade de até 15% para pós e produtos de origem farinácea.

O teor de proteína obtido para ambas as amostras de castanhas neste estudo, é similar ao encontrado por Souza e Menezes (2004), o qual apresentou 14,29%. E se diferenciou do valor encontrado por Vasconcelos et al. (2011), equivalente a 7,36%.

Além disso, o alto teor de lipídios iguais a 62% a 65% encontrados podem favorecer a rancidez (MENEZES FILHO et al., 2019; BRUFAU, BOATELLA e RAFECAS, 2006). Os teores de lipídeos para a castanha do Brasil são coerentes com os resultados obtidos por Santos, Corrêa e Lannes (2011), onde se encontrou valor de 66,20%. E também para Souza e Menezes (2004), os quais analisando o processamento de amêndoa encontraram resultado de 67,3%, para o parâmetro citado.

Os dados obtidos para a caracterização físico-química da castanha portuguesa estão apresentados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3. Valor médio e desvio-padrão para amostras de castanhas portuguesa (*Castanea sativa*).

Parâmetros	Lote	Média	Desvio-padrão
pH	A	6,36 ^A	0,33
	B	6,65 ^A	0,23
	C	6,54 ^A	0,45
Acidez (%)	A	1,43 ^B	0,01
	B	1,07 ^C	0,00
	C	1,51 ^A	0,00
Cinzas (%)	A	1,23 ^A	0,24
	B	1,23 ^A	0,09
	C	1,61 ^A	0,25
Umidade (%)	A	48,87 ^B	0,11
	B	50,50 ^A	0,28
	C	50,64 ^A	0,22
Proteína (%)	A	6,26 ^B	0,35
	B	7,50 ^A	0,09
	C	7,55 ^A	0,26
Lipídeos (%)	A	2,42 ^B	0,00
	B	3,54 ^A	0,36
	C	2,66 ^B	0,29

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Seguindo o teste de Tukey (5% de significância) para as amostras portuguesas, o parâmetro de pH não apresentou diferença entre os lotes. Os

parâmetros de pH e Cinzas, não apresentaram diferenças entres os lotes. Já os parâmetros de acidez e proteínas apresentaram diferença entre os três lotes. Enquanto o parâmetro de umidade apresentou diferença apenas no lote A e por fim o parâmetro lipídeos apresentou diferença apenas no lote B.

Notou-se que semelhantemente à castanha do Brasil quanto aos valores de pH, a castanha portuguesa apresentou valores, superiores a 4,5, caracterizando assim, este tipo de castanha como um alimento pouco ácido.

O teor de acidez das amêndoas de castanha portuguesa apresentou valores equivalentes ao encontrados por Braga (2014b) e Borges et al. (2008), com resultados de 1,5% e 1,4%, respectivamente.

Já os teores de umidade acompanharam os resultados encontrados por Borges et al. (2008), girando em torno de 50%.

A determinação de cinzas, proteínas e lipídeos estão de acordo com os valores relatados na literatura para a castanha, ocorrendo baixa e discreta variação entre as amostras analisadas no que diz respeito à composição centesimal, onde Borges et al. (2008), Gonçalves et al. (2010) e Moreira (2014) encontraram, aproximadamente, valores de cinzas de 2%, proteínas de 6,5% e lipídeos com 3%, semelhantes aos deste estudo que foram de 1,35%, 7% e 2,87%, respectivamente.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CASTANHAS

A comparação dos parâmetros físico-químicos das amostras das castanhas do Brasil e portuguesas foram realizadas através do teste t-Student, como pode ser observado na Tabela 4, através do qual foi possível observar diferença significativa das amostras em todos os parâmetros analisados.

O potencial hidrogeniônico (pH) das amostras de castanhas portuguesas foi superior as do Brasil. No entanto, ambas as amostras foram caracterizadas como alimento pouco ácido, por apresentarem valores superiores a 4,5.

Ao quantificar a acidez total titulável (ATT), observou-se que as amêndoas brasileiras apresentaram maior porcentagem igual a 2 %, mostrando que esse tipo de castanha apresenta maior quantidade de ácidos que reagem com uma base, quando comparadas as portuguesas.

Tabela 4. Comparação das amostras de castanha do Brasil e portuguesa.

Parâmetros	Lote	Média	Desvio-padrão
PH	BR	5,36	0,43
	PT	6,52	0,33
Acidez (%)	BR	2,02	0,18
	PT	1,34	0,20
Cinzas (%)	BR	3,29	0,39
	PT	1,38	0,25
Umidade (%)	BR	11,17	0,56
	PT	50,00	0,87
Proteína (%)	BR	14,58	0,90
	PT	7,10	0,67
Lipídeos (%)	BR	64,07	1,40
	PT	2,87	0,56

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O teor de cinzas foi superior nas amêndoas de castanhas brasileiras, com maior valor apresentado de 3 %, e menor valor nas portuguesas equivalente a 1 %. Nota-se que, as amostras brasileiras têm maior quantidade de sujidade, o que pode ser devido ao seu cultivo, principalmente no processo de colheita e comercialização.

O teor de umidade das castanhas portuguesas é superior sendo entorno de 50 % que as brasileiras. O que pode ocorrer devido aos fatores edafoclimáticos que essa cultura é cultivada. Além disso, o alto teor de umidade nessas amostras é um fator prejudicial ao seu armazenamento, por esse motivo, esse tipo de castanha é mais consumido de modo cozido ou assada conforme discutido por Ramalhosa et al. (2010).

Os teores de proteína e lipídeos nas amostras brasileiras são demasiadamente superiores quando comparadas as portuguesas. Apesar de a castanha portuguesa apresentar baixo teor de proteína em sua composição, essa proteína é de alto valor biológico, pois possui todos os aminoácidos essenciais conforme apresentado no estudo de Souza et al. (2012a).

Ao avaliar o teor de lipídeos das amêndoas brasileiras percebe-se que são extremamente ricas, possuindo aproximadamente em sua composição 64% desse elemento. E em contrapartida, as amêndoas portuguesas apresentam em torno de 2%, o que faz com que tenha baixo valor calórico.

Contudo, é importante ressaltar que a castanha portuguesa é rica em fibras alimentares, vitaminas, minerais como Fe, K, Se, Mg e outros, amido e não contém glúten. E isto associado ao baixo teor de gordura, a torna um alimento

saudável (SOUZA et al., 2012b). Através da mesma podem ser produzidos subprodutos como: pão, biscoito, bolo, farinha, biocombustível dentre outros (BORGES, 2008).

Tratando-se da castanha do Brasil, pode-se ter como subprodutos: o extrato hidrossolúvel, o qual pode ser utilizado na fabricação de bebidas fermentadas, em tratamentos dermatológicos, na produção de cosméticos, e como biocombustível, óleo biológico, farinha, torta e granulado (CONTE, 2010; BEZERRA, LOBATO e NERY 2001).

ANÁLISE MULTIVARIADA (PCA E HCA)

Através do programa Minitab 16.0®, foi realizada uma análise dos componentes principais (PCA), tendo como objetivo principal a redução da dimensionalidade do conjunto de dados, sem comprometer os dados originais, conservando ao máximo o nível de informações possível (CARVALHO et al., 2015).

Com isso, Silva et al. (2018) afirma que, existem vários critérios para determinar quais componentes devem ser excluídos da análise, através da seleção dos componentes principais que contribuirão de forma significativa para a explicação da variação dos dados, contudo há três critérios principais. O primeiro critério considera a proporção da variância explicada por cada componente principal, selecionando as componentes que resultam em uma proporção de variância acumulada superior ou igual a 70%. Já o segundo critério, é definido como critério de Kaise, e considera a retenção dos componentes principais que apresentem autovalores superiores a um. O terceiro critério é denominado de Scree plot. Este descreve que devem reter os componentes principais que antecedem o momento em que o declive atenua, ou seja, quando os valores próprios forem próximos entre si e de zero. Observa-se na Tabela 5, a projeção dos dados em um espaço com 6 dimensões, ou seja, seis componentes principais.

De acordo com o critério 1 e critério 2, observa-se na Tabela 5 que apenas as duas primeiras componentes (PC1: 91,1%, PC2: 5,7%) foram mais significativas na explicação das variações dos dados, o que totaliza uma variância acumulada de 96,9%.

Tabela 5. Autovalores, proporção da variância explicada e variância acumulada para cada componente principal.

PCs	Autovalores	Variância explicada (%)	Variância acumulada (%)
PC1	5,4677	91,1	91,1
PC2	0,3444	5,7	96,9
PC3	0,1075	1,8	98,7
PC4	0,0624	1,0	99,7
PC5	0,0177	0,3	100,0
PC6	0,0003	0,0	100,0

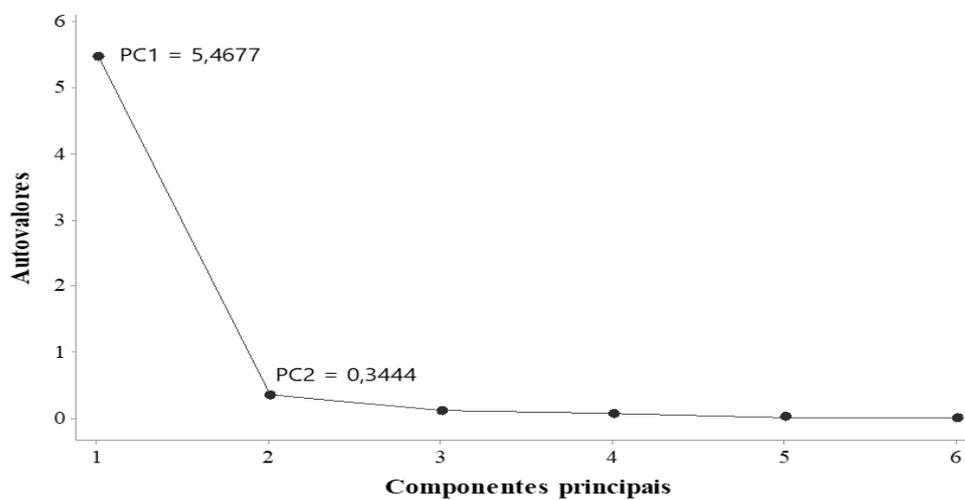
*PC = Componente principal

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na Figura 3 tem-se a projeção do gráfico Scree plot (critério 3). Esse gráfico é plotado com base nos autovalores da Tabela 5, o que reforça a seleção das componentes principais mais significativas, PC1 e PC2.

Conforme se observa na Figura 3, a partir da componente principal PC2 os autovalores começam a aproximar-se de zero. Assim as componentes principais de PC3 à PC6 não apresentam significância para a variação dos dados.

Figura 3. Gráfico de Scree plot, destacando os autovalores das componentes principais com maior significância.

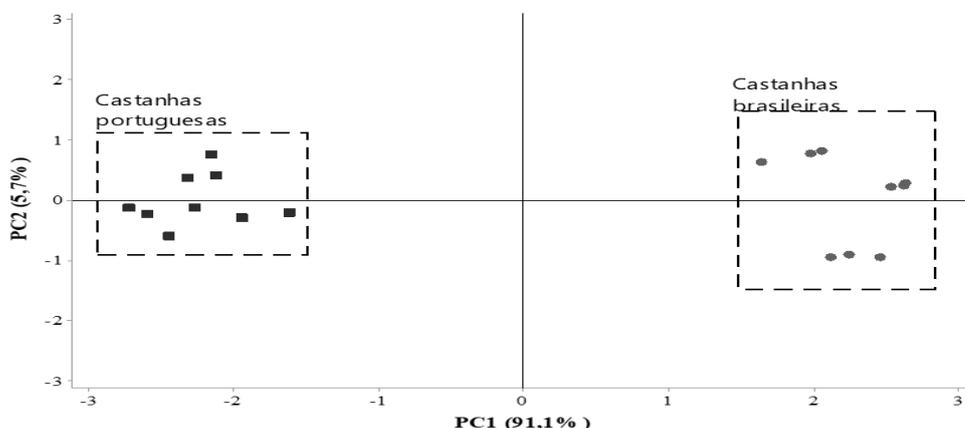


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Uma vez determinadas as componentes principais com maior significância, a análise de componentes principais realiza a projeção do gráfico de escores (Figura 4), por meio de uma projeção bidimensional entre a PC1, que explicou 91,1% da variância dos dados, e a PC2 que explicou 5,7% da variância dos dados,

o que, conforme já citado anteriormente, totaliza numa explicação de aproximadamente 96,8% da variância dos dados (PC1 versus PC2).

Figura 4. Gráfico de escores PC1 versus PC2 correspondente às amostras de castanhas brasileira e portuguesa.



PC1 = Componente principal 1; PC = Componente principal 2.

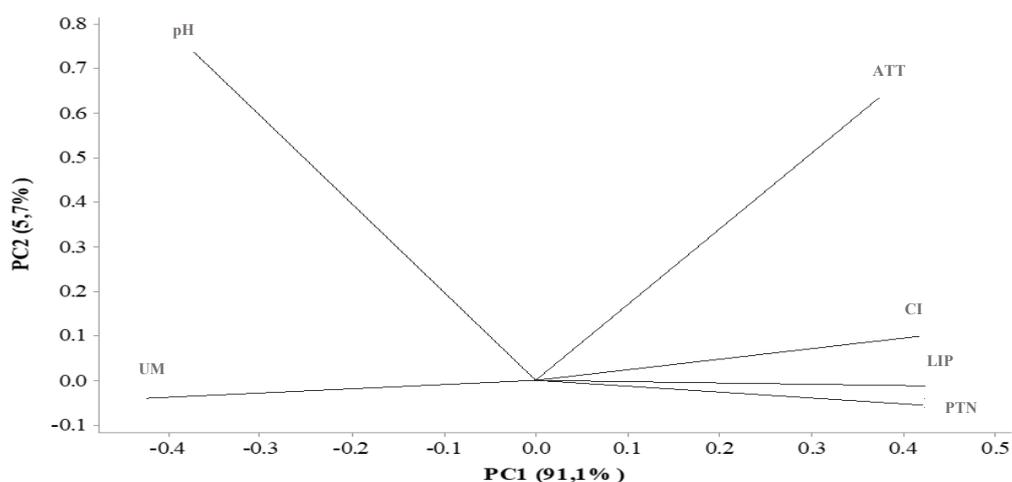
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Analisando o gráfico de escores, observa-se que, por meio da PC1, a separação entre o grupo das amostras de castanhas provenientes de Portugal, está disposto um conjunto maior de amostras na extremidade negativa de PC1. Tratando-se da extremidade positiva da PC1, nota-se que essa extremidade é formada por amostras de castanhas proveniente do Brasil.

Ainda no gráfico de escores, agora observando a PC2, é possível visualizar o distanciamento de um conjunto de amostras, disposto na extremidade positiva da PC2, dos demais pontos amostrais de castanha portuguesa, distribuídos na extremidade negativa da PC2. Comportamento que mostra uma diferenciação entre as amostras oriundas da mesma origem, ou seja, diferenças provenientes das propriedades químicas distintas das amêndoas de cada país.

Contudo, o gráfico de loadings na Figura 5, favorece a explicação e o entendimento de quais parâmetros, foram utilizadas na análise de componentes principais, que mais contribuíram para a separação e formação dos grupos apresentados no gráfico de escores (Figura 4).

Figura 5. Gráfico de escores PC1 versus PC2 correspondente às amostras de castanhas brasileira e portuguesa.



PC1 componente principais 1; PC2 componente principal 2; UM = umidade; AC = Acidez total titulável (ATT); pH = potencial hidrogeniônico; CI = cinzas; PTN = proteínas; LI = lipídeos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

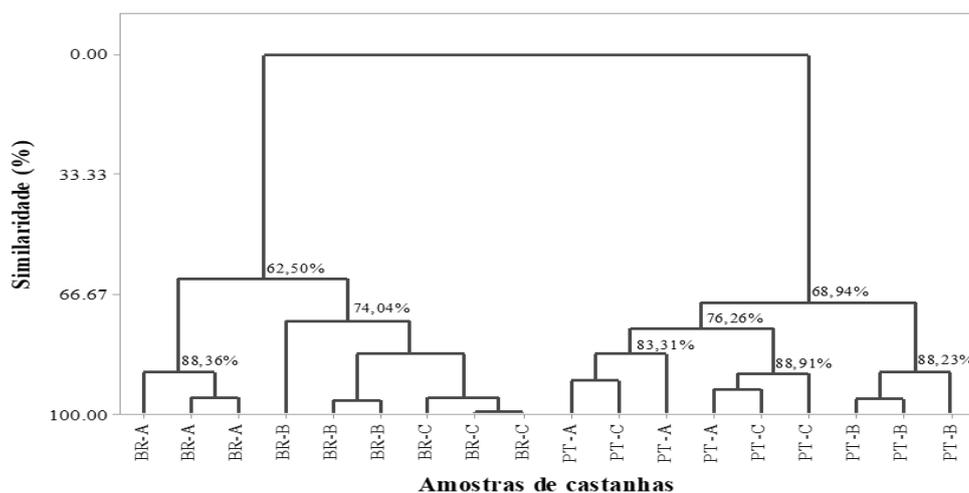
Partindo da observação do comportamento dos parâmetros, de acordo com a PC1 e PC2, verifica-se que no eixo da PC1, em sua extremidade positiva, os parâmetros proteína (PTNO), lipídeos (LIP), cinzas (CI) e acidez total titulável (ATT) foram os parâmetros responsáveis pela discriminação e formação do grupo com as amostras de castanhas brasileiras. Uma vez que, ao analisar a Tabela 5, observa-se que os parâmetros se diferenciaram significativamente. Na extremidade negativa da PC1, verificou-se que, o potencial hidrogeniônico (pH) e umidade (UM) foram os parâmetros responsáveis pela formação do grupo com as amostras de castanhas portuguesas.

Ao se analisar o gráfico de loadings, de acordo com a PC2, é possível obter a explicação para o comportamento das amostras de castanhas portuguesas, pois verifica-se que na extremidade negativa a umidade (UM) foi a variável que contribuiu para a separação das amostras portuguesas.

Este fator é explicado através da Tabela 5, onde na qual é possível analisar que a concentração de umidade nas amostras portuguesas apresentou altos valores de concentração. Com isso, na extremidade positiva da PC2, no gráfico de loadings, é notório que o potencial hidrogeniônico foi o parâmetro responsável pelo deslocamento e separação das amostras de castanha portuguesa.

Os resultados obtidos por meio da associação entre as variáveis físico-químicas das amostras observadas na projeção das componentes principais PC1 versus PC2, são confirmados na análise hierárquica de agrupamento (HCA). Empregando-se a padronização dos dados, ligações completas e distância Euclidiana, obteve-se o dendrograma dado na (Figura 6).

Figura 6. Dendrograma para as amostras de castanhas brasileiras e portuguesas.



BR-A = castanha brasileira do lote A; BR-B = castanha brasileira do lote B; BR-C = castanha brasileira do lote C; PT-A = castanha portuguesa do lote A; PT-B = castanha portuguesa do lote B; PT-C = castanha portuguesa do lote C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No dendrograma as linhas na vertical representam as amostras de castanhas estudadas e as linhas nas horizontais representam as medidas de similaridades calculadas por meio das distâncias Euclidianas, as quais são responsáveis pela formação dos agrupamentos entre as amostras. Ao analisar o dendrograma observa-se que o mesmo proporcionou a separação dos grupos de acordo com as amostras dos dois tipos de castanhas analisados. Sendo que, inicialmente, observa-se a máxima dissimilaridade (0,00%) entre as amostras de castanhas brasileiras e portuguesas.

Ao fazer a análise da esquerda para a direita, observa-se o agrupamento das amostras de castanhas do Brasil. As amostras brasileiras apresentam uma similaridade entre si de 62,50%. Por outro lado, é possível observar uma maior

similaridade entre as amostras de castanhas portuguesas, o que leva à formação de um grupo não homogêneo, possivelmente devido a altos valores de umidade. Apresentando assim, uma similaridade de aproximadamente de 68,94%.

CONCLUSÃO

As amostras de castanhas brasileiras e portuguesas apresentaram diferenciação das suas amêndoas através do seu aspecto físico, o que pode ser explicado devido a sua variedade, origem e cultivo, assim como teor de nutrientes nas mesmas.

Analisando as características físico-químicas dos tipos de castanhas, foi possível observar que as amêndoas foram caracterizadas como alimento pouco ácido através dos valores do potencial hidrogeniônico de castanha do Brasil e de Portugal. Além disso, constatou-se que a castanha do Brasil é rica em teor proteico e de lipídeos. No entanto, a castanha de portuguesa apresentou menor quantidade de proteína, o que não afeta na sua importância, pois sua proteína tem alto valor biológico no mercado. Além disso, constatou-se através da literatura que a mesma é rica em fibra alimentar, amido, vitaminas e minerais. Contudo, isso a torna um alimento muito saudável. Tratando-se do teor de umidade, notou-se que a castanha portuguesa é bastante úmida quando comparada a brasileira. Também, o alto teor de lipídeos da castanha pode promover a rancidez desse alimento.

Portanto, constatou-se através do teste t-Student, que as amêndoas das castanhas, em todos os parâmetros comparados foram diferentes significativamente, o qual foi confirmado pelas análises multivariadas através do PCA e HCA, onde através dessa análise multivariada foi possível observar a formação de dois grupos distintos de castanhas.

Com isso, notou-se que as oleaginosas têm elevado potencial nutritivo e tecnológico, tendo em vista a alta concentração de nutrientes desses alimentos, o que favorece a produção de subprodutos dessas castanhas.

Por fim ressalta-se que, caso essas castanhas não sejam cultivadas de forma correta, faltando tratamentos culturais como adubação e manejo, sua composição nutricional e no tamanho das amêndoas serão afetadas. Sendo assim, é importante para os produtores terem conhecimento dos cuidados necessários

em ambas as culturas, pois necessitam de cuidados (enquanto ao clima, solo, adubo) adequados, e além disso, estimular a produção de subprodutos das mesmas. Fornecendo variedades de produtos ao mercado, produção de emprego e renda.

Evaluation of physical-chemical characteristics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) and portuguese chestnuts (*Castanea sativa* mill.)

ABSTRACT

Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*) and Portuguese (*Castanea sativa* Mill.) are crops grown in Brazil and Portugal, respectively, and their almonds are consumed mainly in natura, which are rich in minerals, vitamins and nutrients. Thus, the objective was to evaluate and compare the physical and physicochemical characteristics of Brazilian and Portuguese nut almonds. 6 kg of nuts of each type were analyzed through their physical characteristics such as height, larger and smaller diameter, and physical-chemical characteristics such as pH, total titratable acidity, ash, moisture, protein and lipids. The analyzes of Brazil nuts were carried out at the Food Technology Laboratory of the Federal Rural University of Amazônia. The analyzes of Portuguese nuts were carried out at the Laboratory of Chemistry at the University of Porto. Microsoft Excel software was used to analyze mean and standard deviation. Afterwards, the Student's t-test was performed to compare the means of Brazilian and Portuguese nuts, and then a multivariate analysis (PCA and HCA) was performed, all using the Minitab 16.0 software. Through the results, it was possible to confirm the differentiation of nuts in all analyzed parameters. Brazil nuts are found to be rich in proteins (14.58%) and lipids (64.07%), and Portuguese nuts have a high concentration of moisture (50%), a low concentration of protein (7.10%), but having a high biological value and, according to the literature, it is rich in dietary fiber.

KEYWORDS: Fruit growing. Chestnut tree. Centesimal composition. *Bertholletia*. *Castanea*.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, V. S.; LOBATO, M. S. A.; NERY, M. V. S. **Produtos e subprodutos da castanha do Brasil no Estado do Amapá**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/347530>>. Acesso em: 23 jan. 2019.
- BLIGH, E. G; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v 37, n. 8, p. 911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- BORGES, O.; GONÇALVES, B.; CARVALHO, J. L. S. DE; CORREIA, P.; SILVA, A. P. Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 976-984, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.011>
- BRAGA, N. C. C. O. et al. **Valorização de subprodutos de *Castanea sativa*: casca e ouriço**. Dissertação (Mestrado em Controle de Qualidade) - Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, 2014.
- BRASIL. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo (Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2005.
- BRUFAU, G.; BOATELLA, J.; RAFECAS, M. Nuts: source of energy and macronutrients. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. S2, p. S24-S28, 2006. <https://doi.org/10.1017/BJN20061860>
- BUENO, S. C. S.; PIO, R. Castanha tipo portuguesa no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 16-22, 2014. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-442/13>
- CARVALHO, Fábio Israel M. et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Belém a partir de parâmetros físico-químicos e níveis de elementos traço usando análise multivariada. **Revista Virtual de Química** v.7, n. 6, p.2221-2241, 2015.
- CEASA – **Centrais De Abastecimento De Campinas** S.A. Cotações 2021. Disponível em: <<http://www.ceasacampinas.com.br/cotacoes-anteriores>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

CONTE, Camila Fernanda. **Estabilidade oxidativa de granulado de castanha-do-para**. 2010. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

FERNANDES, Daniela Canuto. **Effect of baru almond, peanut and Brazil nut in serum profile and peroxidation of lipids in rats fed high-fat diets**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011

FERREIRA, E. de S. et al. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 203-208, 2009.

FREITAS, J. B. **Qualidade nutricional e valor protéico da amêndoa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-para**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, 2009.

GONÇALVES, Berta et al. Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. **Food Chemistry**, v. 122, n. 1, p. 154-160, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.032>

HART, F. L.; FISHER, H. L. **Modern food analysis**. New York: Springer Verlag, 1971. 283p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-87521-2>

HORWITZ, W. **Métodos oficiais de análise da AOAC International**. Volume I, produtos químicos agrícolas, contaminantes, drogas / HORWITZ, W. (ed.) Gaithersburg (Maryland): AOAC International, 2010.

HAUTH, MICHELE R. et al. Tempo de permanência da castanha-do-brasil na mata após a queda: contaminação por aflatoxinas. In: **Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 5., 2016, Sinop. Anais. Sinop, MT: Embrapa, 2017. p. 93-97., 2017.

INE. Estatísticas Agrícolas. In: Instituto Nacional de Estatística IP, editor. Lisboa – Portugal, 2013. Importance of tourism for the economy of Bermuda. **Annals of Tourism Research**, v. 22, n. 4, p. 918-930, 2013.

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

NORT CAROLINA DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND CONSUMER SERVICES. pH y los alimentos. Disponível em: <<http://www.ncagr.gov/>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Castanha-do-Brasil: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico**, 1 ed. Brasília, 2017.

MELO, J. E. **Configuração da Cadeia Produtiva da Castanha-da-Amazônia no Estado de Rondônia–Brasil**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Rondônia, 2015.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira de et al. Parâmetros físico-químicos, tecnológicos, atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais e carotenóides das farinhas dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 93-100, 2019.
<https://doi.org/10.33837/msj.v2i1.900>

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira de et al. Biometria do fruto e avaliações físico-química e antioxidante da farinha de calabura. **Agrarian**, v. 13, n. 49, p. 437-447, 2020. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i49.9084>

MOREIRA, A. C. V. et al. Obtenção e caracterização da farinha de castanha (*Castanea spp.*) e seu potencial de aplicação em produtos de panificação. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2014.

RAMALHOSA, Elsa et al. Avaliação do "shrinkage" ao longo da secagem por convecção de castanha (*Castanea sativa*). **1º Encontro Português de Secagem de Alimentos**, 2010.

SANTOS, O. V. **Estudo das potencialidades da castanha do Brasil: produtos e subprodutos**. Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, 2012.

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

SILVA, Adriano Araújo et al. Potencial do extrativismo da castanha-do-pará na geração de renda em comunidades da mesorregião baixo Amazonas, Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 500-509, 2013.

SILVA, Emerson Renato Maciel da et al. Caracterização físico-química, química e quimiométrica de águas subterrâneas dos aquíferos pirabas e barreiras em municípios do estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 1026-1041, 2017.

SILVA, K. S. Processamento e avaliação da estabilidade de extrato hidrossolúvel a base de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e baru (*Dipteryx alata* Vogel). Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Goiás, 2017.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. (2020). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

SOUZA, A. G. et al. Propriedades nutricionais da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill.) e elaboração de produtos. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 2, n. 12, 2012.

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. p. 120-128, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100022>

TAKEMOTO, E. et al. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

VASCONCELOS, Arthur Abinader et al. Caracterização físico-química de amêndoas e óleos de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) provenientes do estado do Acre. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 15., 2011, Belém, PA. A ciência de fazer ciência: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011., 2011.

YANG, Jun. Brazil nuts and associated health benefits: A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p.1573-1580, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.019>

Recebido: 13 jul. 2021.

Aprovado: 23 dez. 2021.

Publicado: 29 dez. 2021.

DOI: 10.3895/rbta.v15n2.14506

Como citar:

DA SILVA, Bruna Paula Pantoja Caxias. Avaliação das características físico-químicas da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e da castanha portuguesa (*Castanea sativa* mill.). **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, PFrancisco Beltrão, v. 15, n. 2, p. xyz-nnnn, jan./jun. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Bruna Paula Pantoja Caxias da Silva

Passagem Primeiro de Setembro, 245, Sacramenta, Belém, Pará, Brasil. CEP: 66120-385

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

