

Capítulo 3

Composição nutricional de amêndoas e do óleo

Joana Maria Leite de Souza; Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos; Otniel Freitas-Silva; Cleísa Brasil da Cunha Cartaxo.

Introdução

A castanheira-da-amazônia é uma árvore de variados usos; sua madeira possui boas propriedades para construção civil e naval (Paiva; Guedes, 2008). É importante ressaltar que, como é uma árvore protegida por lei, seu abate só será permitido quando for ela oriunda de reflorestamento. Os ouriços da castanheira podem ser utilizados na confecção de pisos e artesanatos e como combustível, na forma de carvão. Sua amêndoa, conhecida como castanha-da-amazônia, é um alimento rico em proteínas, lipídios e vitaminas, de modo que pode ser consumida *in natura* ou usada para extração do extrato hidrossolúvel, popularmente conhecido como “leite de castanha”, e do óleo, de grande valor na culinária regional e na indústria de cosméticos; do resíduo da extração do óleo, obtém-se a torta ou o farelo, usados em misturas com farinhas e rações (Figura 1).

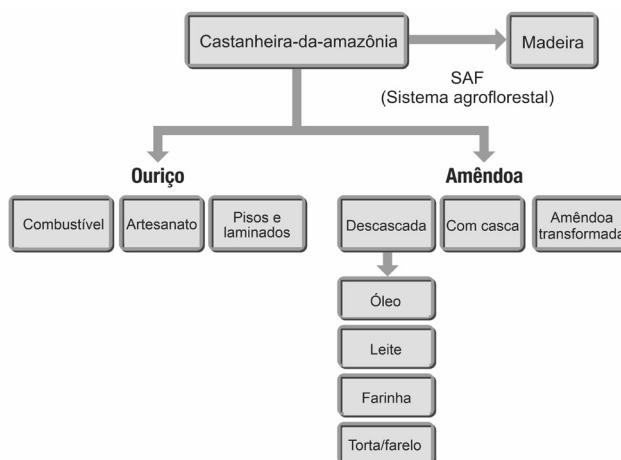


Figura 1. Castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*): possibilidades de usos e aproveitamento dos diferentes resíduos.

A amêndoa da castanha-da-amazônia é apreciada por seu sabor característico, mas também pelo seu valor nutricional, pois possui grande valor energético e biológico proveniente de seus macronutrientes. É considerada, portanto, um excelente complemento na dieta alimentar de crianças e adultos, sendo rica em lipídios, vitaminas, minerais e proteínas (Freitas-Silva; Venâncio, 2011).

Composição nutricional

A proteína da amêndoa é rica em todos os aminoácidos essenciais, com elevado teor dos sulfurados (metionina e cisteína), geralmente insuficientes em proteínas vegetais. Na torta da amêndoa, os aminoácidos essenciais encontram-se em valores acima do padrão teórico da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (FAO, 1985; Souza; Menezes, 2004; Souza, 2013). Por esse motivo, sugere-se que seja feita uma mistura dessa torta, com outras matérias-primas, com o objetivo de enriquecê-las em qualidade e quantidade proteicas (Souza; Menezes, 2008). Em relação ao valor calórico, a amêndoa apresenta 676,56 kcal/100 g, enquanto sua torta apresenta cerca de 400,60 kcal/100 g devido à extração de lipídios. Esse elevado valor calórico se deve ao alto percentual de lipídios que contribuem para elevar o seu valor energético (Souza; Menezes, 2004; Pacheco; Scussel, 2006). Sua elevada composição em óleo (em média, mais de 60% do seu peso fornece aproximadamente 9 kcal/g de lipídio) faz com que seja considerada um alimento rico do ponto de vista calórico.

De maneira geral, as nozes são ricas em lipídios benéficos à saúde, como os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAS) e os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAS). O alto teor de lipídios ($66,16 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e de proteínas ($15,52 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) na amêndoa da castanha-da-amazônia é uma indicação de sua relevância, do ponto de vista nutricional, uma vez que grande parte da fração graxa é composta de ácido graxo oleico (38%) e de ácido graxo linoleico (35%), reconhecidos universalmente como ácidos graxos essenciais de grande relevância para a alimentação humana e indústria de cosméticos (Rodrigues et al., 2005; Freitas et al., 2007; Cardoso et al., 2017).

A castanha-da-amazônia apresenta também alto teor de ácido linoleico PUFA (C18: 2, $\omega 6$) (36%–37%), que é um ácido graxo essencial. Além disso, apresenta composição balanceada de ácidos graxos com concentrações significativas de MUFAs e ácidos graxos saturados. Dessa forma, os principais ácidos graxos presentes na castanha-da-amazônia são os ácidos oleico (C18: 1, $\omega 9$), linoleico (C18: 2, $\omega 6$) e palmítico (C16: 0), com teores superiores aos encontrados em outras nozes (Danielski et al., 2021) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal da castanha-da-amazônia (g = grama; mg = miligrama; mcg = micrograma; kcal = quilocaloria; DFE = equivalentes de folato na dieta).

Componente	Unidade	Valor /100 g
Água	g	3,48
Energia	kcal	656,00
Proteína	g	14,32
Lipídios totais	g	66,43
Cinza	g	3,51
Carboidratos (por diferença)	g	12,27
Fibra (dietética total)	g	7,50
Açúcares (total)	g	2,33
Sucrose	g	2,33
Amido	g	0,25
Minerais		
Cálcio	mg	160,00
Ferro	mg	2,43
Magnésio	mg	376,00
Fósforo	mg	725,00
Potássio	mg	659,00
Sódio	mg	3,00
Zinco	mg	4,06
Cobre	mg	1,743
Manganésio	mg	1,223
Selênio	mcg	1.917,00
Vitaminas		
Vitamina C (ácido ascórbico total)	mg	0,70
Tiamina	mg	0,617
Riboflavina	mg	0,035
Niacina	mg	0,295
Ácido pantotênico	mg	0,184
Vitamina B-6	mg	0,101
Folato, total	mcg	22,00
Folato (alimento)	mcg	22,00
Folato (DFE)	mcg_DFE	22,00

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Componente	Unidade	Valor /100g
Colina (total)	mg	28,80
Betaína	mg	0,40
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	5,73
Tocoferol gama	mg	7,87
Tocoferol delta	mg	0,77
Lipídios		
Ácidos graxos (total saturados)	g	15,137
Ácidos graxos (total monoinsaturados)	g	24,548
Ácidos graxos (total poli-insaturados)	g	20,577
Aminoácidos		
Triptofano	g	0,141
Treonina	g	0,362
Isoleucina	g	0,516
Leucina	g	1,155
Lisina	g	0,492
Metionina	g	1,008
Cistina	g	0,367
Fenilalanina	g	0,63
Tirosina	g	0,42
Valina	g	0,756
Arginina	g	2,148
Histidina	g	0,386
Alanina	g	0,577
Ácido aspártico	g	1,346
Ácido glutâmico	g	3,147
Glicina	g	0,718
Prolina	g	0,657
Serina	g	0,683

Fonte: Adaptados de International Nut Council /USDA National Nutrient Database for Standard Reference (International Nut Council, 2020).

Na composição da castanha-da-amazônia (Tabela 1), podem-se ainda observar valores significativos de micronutrientes, como cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), vitaminas do complexo B, sendo, atualmente, uma das mais citadas fontes alimentares de selênio (Se) (Cardoso et al., 2017). Vale ressaltar que, para além da suplementação desse mineral em pacientes gravemente doentes e com deficiência de Se, tema de outros capítulos deste livro, o Se também tem sido relacionado ao tratamento da covid-19 e apresenta papel relevante para a convalescença de pessoas adoecidas por esse vírus (Moghaddam et al., 2020).

Além dos nutrientes associados à composição da semente da castanha-da-amazônia, ainda podem-se encontrar compostos fenólicos e flavonoides, porém em concentrações inferiores aos alimentos considerados ricos dessas substâncias (Danielski et al., 2021). Esses compostos podem apresentar sinergia e gerar benefícios à saúde humana, pois estudos os associam à diminuição da peroxidação lipídica. Por ser rica em ácidos graxos insaturados, a castanha-da-amazônia ainda pode auxiliar na redução da pressão arterial, na prevenção da resistência à insulina e na redução de níveis de marcadores inflamatórios sistêmicos (Massi et al., 2014; Colpo et al., 2014). Nesse sentido, a ingestão regular de castanha-da-amazônia está relacionada também à promoção da saúde humana e ao melhoramento de quadros clínicos de algumas patologias.

Devido à sua composição nutricional, a castanha-da-amazônia se destaca por suas propriedades funcionais. A reunião de todas essas características a torna um produto valioso, que pode ser considerado como alimento nutracêutico (John; Shahidi, 2010), altamente versátil, pois apresenta aplicações desde o consumo *in natura* até a possível utilização dos seus compostos bioativos na culinária e na indústria de alimentos, farmacêutica e de cosméticos (Oliveira et al., 2020).

Metais pesados nas amêndoas

A castanha-da-amazônia é reputada como excelente fonte de Se e, entre todas as nozes comestíveis, apresenta o maior teor desse mineral. No entanto, a fração mineral dessas castanhas vai além do Se, sendo que outros minerais são acumulados ao longo do crescimento da planta e armazenados nas sementes. Castanhas e nozes possuem pouco sódio (Na) e são boas fontes de potássio (K), o qual reduz a pressão sanguínea. No entanto, Cardoso et al. (2017) observaram que as amêndoas de castanha-da-amazônia podem acumular metais tóxicos, como estrôncio (Sr) e bário (Ba), e elementos carcinogênicos, como rádio (Ra).

A concentração de Sr encontrada nas amêndoas varia de $38,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a $184 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Já a concentração de Ba encontrada em amostras de castanha-da-amazônia varia entre de $0,012 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ a $7,177 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, sendo que a quantidade diária aceitável desse composto é $0,21 \text{mg}$ por kg de peso corpóreo por dia. O Ba disponível na castanha está na forma insolúvel (sulfato de bário e selenato de bário), não é biodisponível e pode causar efeitos tóxicos ao organismo. Apesar de o Ra ser um composto radioativo e de a castanha conter três isótopos desse elemento (^{224}Ra , ^{226}Ra e ^{228}Ra), apresentando $0,16 \mu\text{Sv}$ em aproximadamente 5g de amêndoas, isso não chega a constituir nível relevante para causar toxicidade em adultos (Cardoso et al., 2017).

Amostras de castanha-da-amazônia apresentaram alto teor de magnésio, com valores de até $5.307 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, quando comparadas com outras nozes e sementes estudadas (amendoins, avelãs, nozes, pistache, castanha-de-caju, pinhões, macadâmia e amostras de sementes de plantas oleaginosas, como girassol, abóbora, gergelim, papoula e linho). Apresentaram também o maior valor para K ($6.066 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e Ca ($1.887 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), sendo fontes potenciais desses minerais (Lozna et al., 2020). Brito et al. (2019) avaliaram os minerais em diferentes amostras de castanhas (com e sem casca, na forma de biscoito e no óleo) e obtiveram resultados que variaram para os teores de Ba ($2,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a $1.054 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), K ($337 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $2.981 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), Mg ($186 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $3.761 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), Ca ($142 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $3.436 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), P ($64,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $6.708 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e Se ($1,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $151 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Assim, as maiores concentrações desses minerais foram observadas nas amêndoas, com e sem casca, e ocorreram variações nos valores, dependendo do tipo de amostra.

Compostos fenólicos nas sementes

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários e compostos bioativos, que compreendem seis subclasses: antocianidinas, flavonas, isoflavonas, flavonóis, flavanonas e flavanóis. Possuem atividade biológica como moduladores de diversas funções, são antioxidantes e atuam na defesa contra processos inflamatórios e mutagênicos. Estudos conduzidos para determinar o teor de compostos fenólicos totais em amêndoas de castanha-da-amazônia obtiveram valores de $66,40 \text{mg}$ equivalentes de ácido gálico 100g^{-1} , o que afirma seu potencial como agente antioxidante (Souza, 2018).

John e Shahidi (2010) analisaram a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos da película marrom, da casca e da amêndoa de castanha-da-amazônia como um todo e obtiveram os seguintes valores para compostos fenólicos extraídos

com acetona: 1.236,06 mg AG/100 g, 406,83 mgAG/100 g e 519,1 1 mG/100 g, respectivamente. Os fenóis livres e ligados, que foram identificados e quantificados nesse estudo, incluem nove ácidos fenólicos, flavonoides e seus derivados. Quanto aos fenóis ligados na película, casca e amêndoa de castanha-da-amazônia, os valores obtidos foram de 352,48 mgAG/100 g, 18,60 mgAG/100 g e 4,11 mgAG/100 g, respectivamente. Assim, na película marrom, predominaram fenóis e maior capacidade antioxidante.

Óleo das amêndoas

As amêndoas da castanha-da-amazônia sempre se destacaram como oleaginosas. Pesce (2009), ao falar disso na primeira versão da sua obra, em 1941, observa que “a amêndoa contém 70% a 72% de óleo doce, de perfume agradável e com gosto semelhante ao óleo de oliveira da Europa. Este óleo quando envelhecido torna-se de cor amarelo-escura, com cheiro desagradável de ranço”. Entretanto, para obtenção de óleo com qualidade, devem-se observar alguns cuidados, como: avaliar se as amêndoas estão secas; eliminar as atacadas por fungos, microrganismos, insetos ou animais; descartar também as rachadas, quebradas e úmidas em excesso, uma vez que óleo e água não são compatíveis. Com esses cuidados, pode-se obter óleo e torta sem contaminações e isentos de micotoxinas. Importante ressaltar ainda que, para o óleo de qualidade, as amêndoas destinadas à extração devem passar por certos cuidados, como permanecer armazenadas em embalagens com barreiras contraluz, umidade e oxigênio. Além disso, seu armazenamento não pode ultrapassar 9 meses, pelo risco de haver a formação de peróxidos (Souza, 2013).

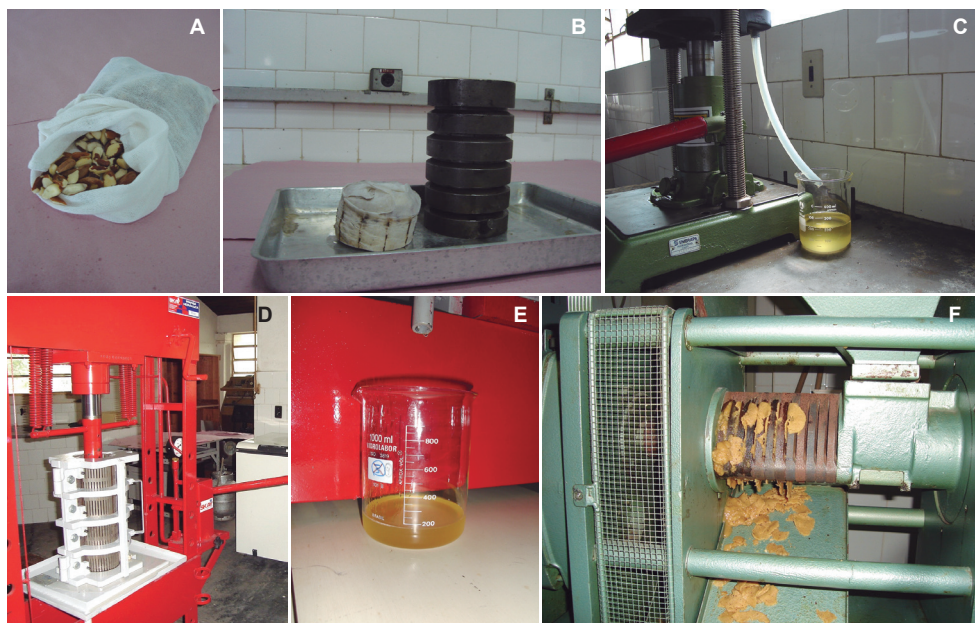
Antes do processo de extração, no intuito de facilitar o escoamento do óleo, faz-se um tratamento térmico (máximo a 60 °C), tanto para inativar enzimas e desnaturar proteínas, como para condicionar a umidade antes da extração e liberação do óleo; recomenda-se a utilização de equipamentos próprios para esse condicionamento, tais como condicionadores industriais, que são vasos industriais com vapor que circula no cesto de compressão (Singh; Bargale, 2000). Quando o óleo extraído apresenta elevado teor de sedimentos, podem ser utilizados filtros prensa para obtenção de produto límpido. O óleo bruto, de modo geral, apresenta características próprias e pode enfrentar dificuldades de comercialização. Portanto, recomenda-se que, antes de embarcar em empreendimentos comerciais, se avalie o mercado potencial tanto para o óleo quanto para a torta parcialmente desengordurada (Antoniassi, 2012).

Santos (2012) relata que o método mais utilizado para obtenção do óleo é a prensagem a frio ou a quente e que faz uso de prensa mecânica ou hidráulica. De acordo com Antoniassi (2012), as amêndoas de castanha, por conter entre 60% e 70% de óleo, podem ter o óleo extraído em prensas hidráulicas (processo em batelada ou descontínuo) ou em prensas contínuas denominadas “expeller” (processo contínuo). As prensas hidráulicas apresentam o cilindro perfurado em que se desloca um êmbolo que faz pressão sobre as amêndoas contidas em um saco de pano ou lona. Já a prensa do tipo contínua possui rosca ou parafuso sem fim que esmaga o material e libera o óleo.

Santos (2012) observa que a desvantagem, ao utilizar a prensagem, é o conteúdo residual de óleo na torta, que se mantém elevado e implica perdas no rendimento da extração. Outros processos podem ser utilizados para aumentar a eficiência da extração do óleo, por exemplo, destacar a extração com utilização de fluidos supercríticos e a extração sólido-líquido mediante solventes como o hexano, éter de petróleo, etanol, metanol, clorofórmio, entre outros; esses solventes podem ser isolados ou em combinações. A vantagem da extração com utilização de solventes é a facilidade na recuperação do solvente, com taxas de até 99,9%, enquanto a desvantagem é que são produtos inflamáveis, e alguns possuem baixo ponto de ebulição, além da toxicidade dos solventes utilizados e da presença de resíduo do solvente no material extraído.

A extração do óleo com fluidos supercríticos é um método promissor, pois utiliza gases, que, sob determinadas condições de pressão e temperatura, atuam como fluidos que interagem com a matriz e se ligam à fração oleosa, carregando-a para fora da torta. Ao ser expostos às condições ambientais, os fluidos retornam ao seu estado natural e volatilizam, o que deixa o óleo isento de resíduos. O gás mais estudado para uso em extração vem sendo o dióxido de carbono (CO_2), por ser inerte e não alterar as características dos produtos obtidos. A desvantagem desse método é o elevado custo dos equipamentos, o que limita a tecnologia ao fracionamento de matéria-prima com elevado valor agregado, por isso é pouco utilizado industrialmente (Santos, 2012).

Para fins de comparação, relata-se a obtenção de 52% de óleo mediante prensa hidráulica, 67,73% mediante hexano, 67,32% mediante éter de petróleo e 67,2% mediante fluido supercrítico (CO_2) (Santos, 2012). Na Figura 2, podem ser visualizados materiais e equipamentos utilizados na extração do óleo da castanha-da-amazônia por prensagem.



Fotos: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos

Figura 2. Extração de óleo da castanha-da-amazônia por prensagem: (A) amêndoas desidratadas de castanha-da-amazônia em saco de tecido utilizado para contenção e filtração; (B) cilindro de contenção com as tortas residuais, após a prensagem, ainda no saco utilizado para filtração; (C) óleo obtido de prensa hidráulica de bancada; (D) prensa hidráulica que apresenta o cilindro de contenção e o pistão de prensagem; (E) obtenção de óleo após prensagem; (F) prensa contínua do tipo expeller.

Características físico-químicas e propriedades nutricionais do óleo

As características físicas e químicas dos óleos da castanha-da-amazônia variam de acordo com o processo de extração. Dados de acidez (0,81% a 0,32% expresso em ácido oleico) e índice de peróxido (2,93 mEq kg⁻¹ a 4,06 mEq kg⁻¹) variam em função do método utilizado (prensa hidráulica, solventes hexano e éter de petróleo, fluido supercrítico - CO₂), mas estão de acordo com as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para óleos prensados a frio e não refinados. Entretanto, ocorre variação na cor em função do método de extração do óleo, com dados colorimétricos variados entre 38,53 ΔE a 41,06 ΔE (Santos, 2012).

Dos componentes existentes na castanha-da-amazônia que possuem relevância nutricional, a vitamina E, composta por tocoferóis e tocotrienóis (α , β , γ e δ), é uma das mais relevantes. Os tocoferóis e tocotrienóis são antioxidantes solúveis em lipídios, que têm a função de evitar a oxidação do óleo contido nas amêndoas. Costa et al. (2020) determinaram a composição de tocoferóis em óleos obtidos das amêndoas da castanha e obtiveram para α -Tocoferol o valor de 32,13 mg.kg⁻¹; para β -Tocoferol, 1,30 mg.kg⁻¹; para γ -Tocoferol, 81,23 mg.kg⁻¹; e para δ - Tocoferol, 8,00 mg.kg⁻¹. Funasaki et al. (2013), estudando amostras de óleo obtidas de diferentes localizações geográficas, determinaram que os valores obtidos para o α -Tocoferol variaram de 37,92 μ g.g⁻¹ a 145,45 μ g.g⁻¹; o γ Tocoferol variou de 38,71 μ g.g⁻¹ a 581,19 μ g.g⁻¹, não sendo detectados β -Tocoferol nem δ -Tocoferol com a técnica adotada nas amostras estudadas. Esses resultados podem levar à inferência de que a origem geográfica, o método de extração, as condições de armazenamento do óleo e os fatores edafoclimáticos podem influenciar a composição dos tocoferóis.

Outros componentes estudados nos óleos são os fitosteróis, responsáveis pela redução da absorção de colesterol, manutenção da membrana celular e inibição da síntese do colesterol no fígado de seres humanos. No óleo da castanha, observou-se a presença de β -sitosterol (51,07 mg 100 g⁻¹) e de estigmasterol (2,29 mg 100 g⁻¹) (Costa et al., 2020).

Potencial tecnológico

O potencial tecnológico da castanha-da-amazônia é elevado, visto que, além de ser um alimento de consumo prático e conveniente, sua composição nutricional é relevante para a saúde do ser humano. Diferentes tecnologias vêm sendo desenvolvidas para gerar produtos com maior valor agregado, e o óleo, a torta residual, a película de cor marrom que recobre a amêndoa e a casca da amêndoa, tudo pode ser aproveitado. O óleo vem sendo utilizado na indústria farmacêutica, cosmética e de alimentos. A torta residual, obtida da extração de óleo, apresenta elevado teor de proteína e pode ser usada em formulações alimentícias ou na alimentação animal. Das amêndoas, é possível obter um extrato hidrossolúvel centrifugado que popularmente é chamado de “leite da castanha”, especialmente utilizado na culinária. Além de tudo isso, o uso das amêndoas em produtos obtidos por extrusão, ou seja, forma de cocção contínua e uniforme, utilizada na indústria de alimentos para snacks, cereais e outros produtos, cria possíveis novos mercados para as amêndoas de castanha-da-amazônia (Kluczkowski et al., 2015).

O desenvolvimento de outros produtos da castanha dependerá da escala de produção que for adotada. Como a qualidade da matéria-prima implicará diretamente a qualidade dos coprodutos obtidos, além de avaliar os mercados e as possibilidades tecnológicas para agregação de valor às amêndoas de castanha-da-amazônia, paralelamente, é importante resolver os gargalos da cadeia produtiva que interferem na qualidade dessas castanhas.

Referências

- ANTONIASI, R. **Prensagem em pequena escala**, 2012. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000gc8yujq302wx5ok01dx9lculdguwx.html. Acesso em: 7 jul. 2020.
- BRITO, R. C. M. de; JUNIOR, J. B. P.; DANTAS, K. G. F. Quantification of inorganic constituents in Brazil nuts and their products by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **LWT – Food Science and Technology**, v. 16, Dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108383>.
- CARDOSO, B. R.; DUARTE, G. B. S.; REIS, B. Z.; COZZOLINO, S. M. F. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. **Food Research International**, v. 100, part 2, p. 9-18, Oct. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>.
- COLPO, E.; VILANOVA, C. D. D. A.; REETZ, L. G. B.; DUARTE, M. M. F.; FARIAS, I. L. G.; MEINERZ, D. F.; MARIANO, D. O. C.; VENDRUSCULO, R. G.; BOLIGON, A. A.; CORTE, C. L. D.; WAGNER, R.; ATHAYDE, M. L.; ROCHA, J. B. T. Brazilian nut consumption by healthy volunteers improves inflammatory parameters. **Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 459-465, Apr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.005>.
- COSTA, T.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Chemical and bioactive properties of the oils from Brazilian nuts. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 19, n. 2, p. 180-186, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v19i1.24152>.
- DANIELSKI, R., POLMANN, G., BLOCK, J. M. Valorization of native nuts from Brazil and their coproducts, innovation in the food sector through the valorization of food and agro-food by-products. In: BARROS, A. N. de; GOUVINHAS, I. (ed.). **Innovation in the food sector through the valorization of food and agro-food by-products**. London, UK: IntechOpen, 2020. Cap. 8. DOI: 10.5772/intechopen.95056.
- FAO. **Energy and protein requirements** : report of a Joint FAO/WHO/ONU Expert Consultation [held in Rome from 5 to 17 October 1981]. Rome, Italy: FAO: WHO: ONU, 1985. (World Health Organization report series, 724).
- FREITAS, S. P.; FREITAS-SILVA, O.; MIRANDA, I. C. de; COELHO, M. A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-brasil com etanol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 14-17, ago. 2007. Sup. 1. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500002>.
- FREITAS-SILVA, O.; VENÂNCIO, A. Brazil nuts: benefits and risks associated with contamination by fungi and mycotoxins. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1434-1440, June 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.047>.

FUNASAKI, M.; MENEZES, I. S.; BARROSO, H. S.; ZANOTTO, S. P.; CARIOCA, C. R. F. Tocopherol profile of Brazil nut oil from different geographic areas of the Amazon region. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 505-510, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000400012>.

INTERNATIONAL NUT COUNCIL. **Brazil Nut**. Disponível em: <https://www.nutfruit.org/nutfruit/brazil-nuts/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

JOHN, J. A.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Journal of Functional Foods**, v. 2, n. 3, p. 196-209, July 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.04.008>.

KLUCZKOWSKI, A. M.; MARTINS, M.; MUNDIM, S. M.; SIMOES, R. H.; NASCIMENTO, K. S.; MARINHO, H. A.; KLUCZKOVSKI JUNIOR, A. Properties of Brazil nuts: a review. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 8, p. 642-648, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2014.14184>.

LOŻNA, K.; MARZENA S.; JADWIGA, B.; JOANNA, H.; MACIEJ B.; CIURA, F. D.; BIERNAT, J.; MONIKA, B. Mineral composition of tree nuts and seeds. **Journal of Elementology**, v. 24, n. 2, p. 745-756, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2019.24.4.1915>.

MASSI, F. P.; VIEIRA, M. L. C.; SARTORI, D.; PENHA, R. E. S.; MUNHOZ, C. F.; FERREIRA, J. M.; IAMANAKA, B. T.; TANIWAKI, M. H.; FRISVAD, J. C.; FUNGARO, M. H. P. Brazil nuts are subject to infection with B and G aflatoxin producing fungus, *Aspergillus pseudonymous*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 186, p. 14-21, Sept. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.006>.

MOGHADDAM, A.; HELLER, R. A.; SUN, Q.; SEELIG, J.; CHERKEZOV, A.; SEIBERT, L.; HACKLER, J.; SEEMANN, P.; DIEGMANN, J.; PILZ, M.; BACHMANN, M.; MINICH, W. B.; SCHOMBURG, L. Selenium deficiency is associated with mortality risk from COVID-19. **Nutrients**, v. 12, n. 7, p. 2098, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12072098>.

OLIVEIRA, T. M. S.; FREITAS-SILVA, O.; KLUCZKOVSKI, A. M.; CAMPELO, P. H. Potential use of vegetable proteins to reduce Brazil nut oil oxidation in microparticle systems. **Food Research International**, v. 137, 109526, Nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109526>.

PACHECO, A. M.; SCUSSEL, V. M. **Castanha do brasil: da floresta ao consumidor**. Florianópolis: Editograf, 2006.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M. C. Regeneração natural de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em área de capoeira no Amapá. In: SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA, 1., 2008, Rio Branco, AC. **Manejo sustentável de produtos florestais não-madeireiros na Amazônia**: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2008. p. 25-33.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. 333 p.

RODRIGUES, J. E.; ARAÚJO, M. E.; AZEVEDO, F. F. M.; MACHADO, N. T. Phase equilibrium measurements of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) oil supercritical carbon dioxide. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 34, n. 2, p. 223-229, June 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2004.11.018>.

SANTOS, O. V. dos. **Estudo das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2012. 2014 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-10092012-110036/pt-br.php>. Acesso em: 7 jul. 2020.

SINGH, J.; BARGALE, P. C. Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression. **Journal of Food Engineering**, v. 43, n. 2, p. 75-82, Feb. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00134-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00134-X).

SOUZA, I. S. de. **Avaliação da capacidade antioxidante e compostos fenólicos em três sementes oleaginosas**: castanha-do-brasil, castanha de caju e noz pecã. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154766/souza_is_me_arafcf_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 7 jul. 2020.

SOUZA, J. M. L. **Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despelculadas sobre propriedades das frações protéica e lipídica de castanha-do-brasil**. 2013. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoas e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Food Science and Technology**, v. 24, n. 1, p. 120-128, mar. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100022>.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Extrusão de misturas de castanha-do-brasil com mandioca. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 2, p. 451-462, jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200029>.