

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**CASTANHAS DA AMAZÔNIA: COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E
BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE**

BEATRIZ DE OLIVEIRA LOPES

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**CASTANHAS DA AMAZÔNIA: COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E
BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE**

BEATRIZ DE OLIVEIRA LOPES

Sob a orientação de:
Dr. Otniel Freitas Silva

e coorientação de:
Dra. Aparecida das Graças Claret de Souza

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos** no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na área de concentração Ciência de Alimentos.

Seropédica, RJ
Maio de 2021

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L864c Lopes, Beatriz de Oliveira, 1990-
Castanhas da Amazônia: composição nutricional e benefícios para a saúde / Beatriz de Oliveira Lopes. - Paracambi, 2021. 70 f.: il.

Orientador: Otniel Freitas Silva.
Coorientadora: Aparecida das Graças Claret de Souza. Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2021.

1. castanha-de-cutia. 2. castanha-de-galinha. 3. castanha-de-sapucaia. 4. castanha-do-brasil. I. Silva, Otniel Freitas, 1966-, orient. II. Souza, Aparecida das Graças Claret de, 1957-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS



TERMO Nº 591/2021 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

Nº do Protocolo: 23083.039081/2021-01

Seropédica-RJ, 07 de junho de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BEATRIZ DE OLIVEIRA LOPES

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/05/2021

OTNIEL FREITAS SILVA (Dr) EMBRAPA
(Orientador)

ALEXANDRA MARA GOULART NUNES MAMEDE (Dr^a) IFBA

MARIA ROSA FIGUEIREDO NASCIMENTO (Dr^a) UFRRJ

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020.

Documento não acessível publicamente

(Assinado digitalmente em 07/06/2021 18:15)
MARIA ROSA FIGUEIREDO NASCIMENTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptHOT (12.28.01.00.00.00.10)
Matrícula: 387347

(Assinado digitalmente em 14/07/2021 11:23)
OTNIEL FREITAS SILVA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 170.726.462-72

(Assinado digitalmente em 07/06/2021 15:53)
ALEXANDRA MARA GOULART NUNES MAMEDE
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 080.336.857-78

Para verificar a autenticidade deste documento entre em
<https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **591**, ano: **2021**, tipo:
TERMO, data de emissão: **07/06/2021** e o código de verificação: **5cc39eec9f**

DEDICATÓRIA

“Nós não somos o que gostaríamos de ser.
Nós não somos o que ainda iremos ser.
Mas, graças a Deus,
não somos mais quem nós éramos”
Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua infinita misericórdia, pela vida, saúde, amor, proteção e por me preencher de força e coragem para avançar em mais esta etapa na minha vida.

Agradeço a minha família; aos meus pais, por seus esforços constantes, apoio incondicional em toda minha vida e trajetória acadêmica, e ao meu irmão pelo exemplo de dedicação em um objetivo.

Agradeço ao meu orientador Prof. Drº Otniel Freitas-Silva pelo grande auxílio em todas as etapas do mestrado, por compartilhar conhecimentos e pela orientação tranquila e paciente.

Agradeço também...

À coorientadora Drª Aparecida por ceder a matéria-prima para execução da pesquisa e a Caroline Coelho pela ajuda com a estatística e correções no trabalho de maneira precisa, que me permitiram avançar e expandir conhecimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida.

A Floresta Nacional Mário Xavier, por ceder parte da matéria-prima utilizada na pesquisa.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos pela utilização de suas instalações físicas. E aos funcionários e colaboradores que tive o prazer de trabalhar, as orientações e contribuições foram fundamentais para execução do trabalho.

À professora Drª Maria Rosa Figueiredo Nascimento pelo grande apoio, incentivo e pela orientação para docência.

Aos professores, funcionários, técnicos e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos (PPGCTA), do Instituto de Floresta (IF) e no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), por dividirem seus conhecimentos e contribuírem para a minha formação profissional.

Aos amigos que fiz, por toda ajuda, generosidade e conhecimento compartilhado que me permitiram caminhar pelo mestrado com mais leveza e alegria.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram com este trabalho e cruzaram meu caminho durante esse período.

Encontrar pessoas boas, dispostas a ajudar e compartilhar conhecimentos nessa trajetória acadêmica é uma benção, e posso dizer que fui e sou muito abençoada!

Obrigada!

RESUMO

LOPES, Beatriz de Oliveira. **Castanhas da Amazônia: composição nutricional e benefícios para a saúde**. 2021. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

A Região Amazônica brasileira tem como característica uma enorme biodiversidade de flora e fauna, com a produção de frutos e oleaginosas presentes na alimentação de variadas formas. Oriundas da Floresta Amazônica as castanhas-de-cutia (*Couepia edulis*) e castanha-de-galinha (*Couepia longipendula*) da família Chrysobalanaceae, são espécies pouco conhecidas, porém consumidas regionalmente, em contrapartida, a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) da família das Lecythydaceae já possui um reconhecimento nacional e internacional, e tem uma grande produção, por meio do extrativismo vegetal e a castanha-de-sapucaia (*Lecythis pisonis*), também da mesma família, que além de ter produção no bioma amazônico também é encontrada nos biomas cerrado e de mata atlântica. Com o objetivo de ampliar o conhecimento de espécies pouco conhecidas de castanhas amazônicas, o trabalho buscou avaliar a composição físico-química dos frutos em sua totalidade, amêndoa e casca, e mostrar os diferenciais que apresentam. As castanhas foram recebidas pelo Banco de Germoplasma da Embrapa Manaus e pela Flona – Floresta Nacional Mário Xavier, e passaram por análises físico-químicas afim de determinar sua composição nutricional em carboidratos, lipídios e proteínas, composição de minerais e de presença de micotoxinas. As amostras das castanhas (Cutia, Galinha, Sapucaia e Brasil) foram separadas em amêndoa e casca para as análises. A composição nutricional, o valor calórico das amêndoas demonstrou que a castanha-de-cutia apresentou o maior valor (675,7 kcal/100 g), logo após tem a castanha-de-sapucaia com (672,19 kcal/100 g), seguido por castanha-de-galinha (627,87 kcal/100 g) e por fim, castanha-do-brasil (620,23 kcal/100 g) com o menor índice. As castanhas apresentam em sua composição altos teores de gorduras e proteínas, além de um perfil peculiar de micronutrientes. Quanto ao teor de minerais presente nas amêndoas, dentre os macrominerais os teores de potássio, fósforo e magnésio foram bem expressivos e entre os microminerais destaca-se o teor de ferro. Sendo a castanha-de-sapucaia a que obteve os maiores valores para potássio, fósforo, cobre, manganês e ferro. O teor de selênio avaliado nas amêndoas demonstrou um alto quantitativo na composição da castanha-do-brasil ($147,79 \pm 4,02$ mg/kg), nas outras castanhas uma quantidade aproximada não foi verificada, contando: castanha-de-sapucaia com ($15,09 \pm 0,50$ mg/kg), castanha-de-cutia com ($3,82 \pm 0,58$ mg/kg) e a castanha-de-galinha ($3,80 \pm 0,81$ mg/kg). Ainda assim, sua presença nas amêndoas é positiva, uma vez que o selênio protege contra danos oxidativos e seu consumo pode reduzir o risco do desenvolvimento de doenças crônicas. Quanto aos níveis de aflatoxinas (AFG2, AFG1, AFB2 e AFB1) não foram detectadas nas amostras analisadas ($<0,01$ mg/kg). Analisando a casca das castanhas, a castanha-de-sapucaia também foi a que obteve os maiores valores para a maioria dos minerais sendo eles: magnésio, cálcio, manganês, zinco, cobre, fósforo, boro, rubídio e cobalto. E devido a constituição das cascas contendo fibras insolúveis em grande maioria, o valor nutritivo não é muito significativo, sendo utilizada mais para fins industriais. Portanto, esse trabalho permitiu conhecer em parte as potencialidades nutricionais dessas castanhas para estimular sua valorização através do apelo nutricional e assim estimular a produção / domesticação destas espécies produtoras de frutos tão únicos.

Palavras-chave: castanha-de-cutia, castanha-de-galinha, castanha-de-sapucaia, castanha-do-brasil, segurança alimentar.

ABSTRACT

LOPES, Beatriz de Oliveira. **Amazonian nuts: nutritional composition and health benefits.** 2021.70p. Dissertation (Masters in Food Science and Technology, Food Science). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

The Brazilian Amazon Region is characterized by a huge biodiversity of flora and fauna, with the production of fruits and oilseeds present in food in various ways. Originating from the Amazon Forest, Cutia nut (*Couepia edulis*) and Egg nut (*Couepia longipendula*) of the Chrysobalanaceae family, are little known species, but consumed regionally, in contrast, the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) of the family of Lecythidaceae already has national and international recognition, and has a great production, through the vegetal extraction and the Sapucaia nut (*Lecythis pisonis*), also of the same family, that besides having production in the Amazon biome is also found in the Cerrado and Atlantic forest biomes. With the objective of expanding the knowledge of little-known species of Amazonian nuts, the work sought to evaluate the physical chemical composition of the fruits in their entirety, almond and shell, and to show the differentials they present. The nuts were received by the Banco Germoplasma of Embrapa Manaus and by Flona - Mário Xavier National Forest, and underwent physico-chemical analyzes in order to determine their nutritional composition in carbohydrates, lipids and proteins, mineral composition and the presence of mycotoxins. The nuts samples (Cutia, Egg, Sapucaia and Brazil) were separated into almonds and bark for analysis. The nutritional composition, the caloric value of the almonds demonstrated that the cutia nut showed the highest value (675.7 kcal / 100 g), right after it has the sapucaia nut with (672.19 kcal / 100 g), followed by egg nut (627.87 kcal / 100 g) and finally, brazil nuts (620.23 kcal / 100 g) with the lowest index. Nuts present in their composition high levels of fats and proteins, in addition to a peculiar profile of micronutrients. As for the mineral content present in almonds, among the macrominerals the levels of potassium, phosphorus and magnesium were quite expressive and among the micro minerals the iron content stands out. Being the sapucaia nut the one that obtained the highest values for potassium, phosphorus, copper, manganese and iron. The selenium content evaluated in the almonds showed a high quantity in the composition of the brazil nut (147.79 ± 4.02 mg / Kg), in the other nuts an approximate amount was not verified, counting: sapucaia nut with (15.09 ± 0.50 mg / kg), cutia nut with (3.82 ± 0.58 mg / kg) and egg nut (3.80 ± 0.81 mg / kg). Still, its presence in almonds is positive, since selenium protects against oxidative damage and its consumption can reduce the risk of developing chronic diseases. The levels of aflatoxins (AFG2, AFG1, AFB2 and AFB1) were not detected in the analyzed samples (<0.01 mg / kg). Analyzing the bark of nuts, the sapucaia nut was also the one that obtained the highest values for most of the minerals being: magnesium, calcium, manganese, zinc, copper, phosphorus, boron, rubidium and cobalt. And due to the constitution of the shells containing insoluble fibers in a great majority, the nutritional value is not very significant, being used more for industrial purposes. Therefore, this work made it possible to know in part the nutritional potential of these nuts in order to stimulate their valorization through the nutritional appeal and thus stimulate the production / domestication of these species that produce such unique fruits.

Keywords: Cutia nut, Egg nut, Sapucaia nut, Brazil nut, Food security.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 A Floresta Amazônica.....	5
2.2 Produto Florestal não Madeireiro.....	5
2.3 Família Chrysobalanaceae.....	8
2.3.1 Castanha-de-Galinha (<i>Couepia longipendula</i> Pilg.).....	8
2.3.2 Castanha-de-Cutia (<i>Couepia edulis</i> Prance).....	9
2.4 Família Lecythidaceae.....	11
2.4.1 Castanha-de-Sapucaia (<i>Lecythis usitata</i> Miers = <i>L. pisonis</i> Cambess).....	11
2.4.2 Castanha-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.).....	14
2.5 Aspectos Nutricionais das castanhas.....	19
2.6 Alimento Seguro.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Coleta de dados da literatura.....	23
3.2 Castanhas.....	24
3.3 Preparação da amostra bruta.....	24
3.3.1 Pré-preparo.....	24
3.3.2 Descascamento.....	24
3.3.3 Obtenção de farinha da amêndoa e casca.....	25
3.4 Caracterização química das castanhas.....	26
3.4.1 Determinação de fitato.....	27
3.4.2 Determinação de umidade.....	27
3.4.3 Determinação de cinzas.....	27
3.4.4 Determinação de proteína.....	27
3.4.5 Determinação de extrato etéreo.....	28
3.4.6 Determinação de fibra alimentar.....	28

3.4.7 Determinação de carboidratos	28
3.4.8 Cálculo do Valor Energético Total	28
3.5 Análise de Minerais	29
3.6 Análise de Micotoxinas	29
3.7 Análises Estatísticas	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Composição Centesimal	31
4.1.1 Perfil de fitato	36
4.2 Perfil de Minerais	38
4.2.1 Perfil de Selênio	42
4.2.2 Perfil de minerais das cascas das Castanhas.....	44
4.2.3 Metais Pesados	46
4.3 Análise de micotoxinas.....	48
5 CONCLUSÃO.....	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	60
A - Artigo publicado no “ <i>Journal of Agricultural Studies</i> ” –	60
Non-timber Amazonian forest products and their valuable edible nuts: Cutia nut, Egg nut, Sapucaia nut and Brazil nut.....	60

1 INTRODUÇÃO

Conhecida como a maior área de floresta tropical do mundo, a Amazônia, apresenta grande biodiversidade de espécies, tanto de flora quanto de fauna, e chama a atenção de pesquisadores que objetivam entender, as origens, a ecologia, a evolução e os processos que mantém diversas comunidades (CARDOSO et al., 2017b).

Na flora brasileira encontram-se ricas fontes de substâncias bioativas com um imenso potencial para estudos e exploração dos seus recursos, com a produção de frutos e oleaginosas presentes na alimentação de variadas formas, agregando valor nutricional, sendo de grande importância sua preservação e valorização (COSTA-SINGH; BITENCOURT; JORGE, 2012; DE SOUZA, 2013; PINHEIRO, 2013).

O manejo sustentável de recursos florestais é associado a promoção de benefícios para a população, pois procura manter a estrutura e a funcionalidade da floresta e conseqüentemente, a conservação dos ecossistemas. Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) contribuem para a conservação da diversidade biológica, promovendo o bem-estar e um meio de subsistência da comunidade que vive nela, simultaneamente, podendo ser utilizados de maneira doméstica e/ou comercializados (ELIAS; SANTOS, 2016).

Frutos e sementes nativos podem ser encontrados em florestas brasileiras e contribuir como fonte alternativa de nutrientes e inseridos na alimentação em substituição aos frutos já comumente utilizados, sendo necessário estudos que comprovem a importância de sua utilização (DE CARVALHO et al., 2012).

A castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance) e a castanha-de-galinha (*Couepia longipendula* Pilger) são espécies pertencentes a família Chrysobalanaceae.

A castanha-de-cutia é uma espécie da região central da Amazônia (COSTA-SINGH; BITENCOURT; JORGE, 2012). A árvore pode atingir até 25 metros de altura e seu fruto, oriundo de coleta manual, apresenta amêndoa branca e pode ser consumido de variadas formas desde *in natura* como torrado (ASSIS; PESSOA, 2009; PESSOA et al., 2005; PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004), e sua casca espessa e rígida, ainda é uma dificuldade para abertura e obtenção da amêndoa devido à falta de tecnologia (PESSOA et al., 2005).

A castanha-de-galinha produz cerca de 300 a 1000 castanhas por ano, seus frutos de forma oval ou elipsoide ficam presos por um pedúnculo e sua amêndoa, de cor branca a verde, tem composição de 75% de óleo e pode ser usada na culinária (*in natura*, assada, torrada) e o

tronco da árvore para produção madeireira (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2003; MCNEIL; JACKSON; MORLEY-BUNKER, 2017).

Na família da Lecythidaceae, a castanha-de-sapucaia (*Lecythis pisonis*) é a única espécie estudada que tem ocorrência em 3 biomas, o de mata atlântica, o cerrado e o amazônico. Sua árvore pode chegar até 50 metros de altura (BRAGA et al., 2007; DE CARVALHO et al., 2012) e seu tronco tem variadas utilizações, dentre eles destaca-se produção de instrumento musical e cabos de ferramentas (SOUZA et al., 2014). Quanto as amêndoas podem ser consumidas cruas, cozidas e torradas (CARVALHO, 2008).

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., da família Lecythidaceae), é conhecida popularmente como castanheira do brasil ou castanheira da Amazônia (DE SOUZA, 2013), é uma espécie considerada símbolo da Amazônia e sua produção é concentrada nos estados do Pará, Acre, Rondônia, Mato Grosso, Roraima e Amazonas. As castanhas, fruto dessa árvore, quanto a sua composição nutricional apresenta alto teor de lipídios, entre 60 a 70%, sendo bastante consumida pela população local *in natura*, na forma de farinha, doces, torradas entre outros (BURATTO et al., 2011), sendo as sementes comestíveis mais comercializadas no Brasil (DE CARVALHO et al., 2012).

A castanha-do-brasil possui diversas possibilidades de uso, e possui grande valor comercial, sendo uma alternativa de renda para os povos da floresta com potencial de organização comunitária, geração de trabalho e renda, o que permite às famílias se instalarem no território e conseqüentemente a preservação do bioma amazônico (FREITAS-SILVA; VENÂNCIO, 2011; MAPA, 2014).

Quanto aos aspectos nutricionais, estudos confirmam que a ingestão diária de nozes, associado a uma alimentação balanceada ajuda na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, em especial, câncer, doenças cardiovasculares e diabetes tipo II, principalmente, devido à presença em sua composição de compostos bioativos, importante conteúdo de tocoferóis e compostos fenólicos, que possuem efeito antioxidante que por sua vez, além de atuar na prevenção de doenças crônicas, protege sistemas biológicos contra a ação de radicais livres que causa danos oxidativos as proteínas, lipídios e ácidos nucleicos (DE SOUZA, 2013; DEMOLINER et al., 2018; VADIVEL; KUNYANGA; BIESALSKI, 2012).

As castanhas apresentam nutrientes com propriedades funcionais, sendo assim, estudar o potencial nutricional de espécies frutíferas da Amazônia ampliaria o conhecimento sobre os benefícios nutricionais que permanece descaracterizado e limitados, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da região (PINHEIRO, 2013).

Algumas espécies de castanhas da região amazônica, como a castanha-de-cutia, estão em risco de extinção, devido aos desmatamentos, exploração inadequada, implementação de área para pastagem, sendo necessário estudos relacionados a variabilidade genética, manejo da espécie, conservação e utilização na indústria, biodiesel e por fim resgate deste alimento na alimentação para além das populações tradicionais e inserção na bioeconomia (LEANDRO; MURTA; YUYAMA, 2007).

A produção de castanhas é baseada em sistemas extrativista, com produção tradicional familiar, sem muitos recursos tecnológicos e considerando o clima da região norte do Brasil caracterizado por uma umidade relativa de 97%, as castanhas estão sujeitas a contaminação por fungos aflatoxigênicos que apresentam alta toxicidade (OLIVEIRA, 2018). Por isso, é importante a realização de estudos sobre a contaminação de nozes e sementes, evitando riscos para a saúde pública.

O extrativismo vegetal das florestas proporciona a produção de parte dos gêneros alimentícios que chegam no mercado consumidor. A domesticação das sementes favorece a diversidade medicinal, ornamental e alimentar e dentre esses produtos podemos citar as castanhas. Uma dessas castanhas é a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsea*) que é um dos produtos mais comercializados no mercado nacional e de exportação, com grande importância política, social e econômica da Amazônia (SILVA, 2019).

É importante considerar que na natureza existe a possibilidade de variadas fontes de contaminação por metais pesados como o intemperismo de rochas e atividade humanas que podem aumentar o nível de poluente em solos, atmosfera e água (SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018), o desenvolvimento industrial pode vir a contaminar o meio ambiente por cádmio (Cd), alumínio (Al), arsênico (As), berílio (Be), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) (CHUNG et al., 2013). Essas contínuas emissões, de poluentes produzidos por ação humana, podem ser absorvidas por vegetais e animais podendo causar contaminação em vários níveis da cadeia alimentar (SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018), e possivelmente, gerando problemas de saúde pública (CHUNG et al., 2013).

Levando em consideração todas as questões levantadas no presente estudo, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas com espécies florestais nativas pouco estudadas, capazes de atender a projetos de recomposição e/ou recuperação de áreas de preservação, permitindo conhecer melhor as espécies em relação aos recursos genéticos e ter possível aproveitamento industrial (CARVALHO et al., 2008a; LEÃO et al., 2016).

Se a castanha-do-brasil tem grande importância, é interessante ampliar essa visão para outros produtos florestais não madeireiros, como a castanha-de-cutia, castanha-de-galinha e castanha-de-sapucaia, castanhas comestíveis desconhecidas ou pouco conhecidas que apresentam risco de desaparecimento, porém diante de seus amplos benefícios à saúde e nutrição, possam se tornar conhecidas.

Com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a composição nutricional, aprofundar o potencial alimentício de castanhas amazônicas ainda não conhecidas e não convencionais como castanha-de-cutia, castanha-de-galinha e castanha-de-sapucaia, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características químicas, os benefícios nutricionais que seu consumo pode proporcionar, e realizar um comparativo nutricional com a castanha-do-brasil. E assim, poder estimular a diversificação agrícola e inúmeras possibilidades de uso de suas amêndoas e cascas.

Logo, os objetivos específicos consistem em:

- Determinar a composição nutricional de cascas e amêndoas das 4 espécies de castanhas (cutia, galinha, sapucaia e brasil) por meio de análises físico-químicas e composição centesimal.
- Elencar com base na revisão bibliográfica os benefícios para a saúde que os compostos presentes nas castanhas podem proporcionar.
- Realizar um comparativo da composição nutricional entre as castanhas por meio de tabelas com base nas análises realizadas.
- Realizar análises físico-químicas, perfil de minerais e presença de micotoxinas com as cascas e amêndoas das 4 castanhas com o intuito de identificar potencialidades.
- Verificar se as castanhas podem ser consideradas como alimento seguro por meio da análise de minerais e análise de micotoxinas.
- Promover a valorização das espécies pouco conhecidas compartilhando os resultados encontrados com a comunidade científica e acadêmica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Floresta Amazônica

O Brasil apresenta grande tamanho e inúmeros biomas, sendo considerado como uma das maiores reservas mundiais em espécies de plantas nativas que ainda são desconhecidas ou pouco estudadas (DEMOLINER et al., 2018).

A flora brasileira, principalmente a Região Meio-Norte do Brasil ou Nordeste Ocidental apresentam espécies que são pouco conhecidas e na maioria das vezes possui matéria-prima de excelente qualidade com potencialidades. A segunda maior reserva genética de espécies nativas está localizada no Nordeste, o Cerrado, sendo a Amazônia a primeira (CARVALHO et al., 2008a).

Com distribuição em 9 estados (Acre, Amapá, Pará, Roraima, Rondônia, Amazonas, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão), a Amazônia Legal, ocupa cerca de 58,9% do território brasileiro, correspondendo a 5.015.067.749 km² (IBGE - GEOCIÊNCIAS, 2020). O bioma Amazônia abrange 49,3% do território brasileiro, correspondendo uma área de 4,2 milhões de km², possuindo 11 mil km de fronteiras internacionais e 25 mil km de rios navegáveis (SILVA, 2018).

Em sua composição apresenta florestas abertas e densas, campos alagados, várzeas, savanas, florestas estacionais, florestas de igapó e outros. Os tipos de florestas existentes nessa região estão relacionados com as bacias hidrográficas ocorrendo uma divisão entre florestas inundáveis (várzea e igapó) e de terra firme e isso pode influenciar na composição de árvores (SILVA, 2018).

É crescente o reconhecimento global do desmatamento da Amazônia, que se estima ter perdido parte de sua área florestal, gerando preocupação com a perda de biodiversidade, mudanças no ciclo hidrológico e consequentemente mudanças climáticas (MACHADO et al., 2017).

2.2 Produto Florestal não Madeireiro

Um dos processos que mantém as comunidades é o trabalho com produto florestal não madeireiro (PFNM), e uma das definições inclui relação com o fato da colheita ser por

populações naturais, sem alteração da estrutura e função da floresta e degradação de recursos naturais, ou seja, quando uma espécie participa de um sistema de cultivo, ela deixa de ser considerada um PFSM. Cabe destacar que a utilização de PFSM atua como uma estratégia de conservação e desenvolvimento florestal, além da inserção em vários sistemas sociais, políticos, econômicos, institucionais e ecológicos (ELIAS; SANTOS, 2016).

O produto PFSM é referente aos vários produtos vegetais e animais que se originam na floresta ou em ambientes florestais com crescimento espontâneo (ELIAS; SANTOS, 2016).

O papel e a importância dos PFSMs têm chamado atenção global, especialmente, desde a década de 1990, em relação ao seu potencial para reduzir o desmatamento, melhorar a conservação da floresta e contribuir como meio de subsistência. Gradualmente, foi reconhecido que os PFSMs podem incluir produtos silvestres obtidos de florestas naturais e produtos obtidos de florestas domesticadas (WIERSUM, 2017).

Ao longo das gerações, pequenos agricultores em todo o mundo trabalharam para domesticar espécies para inclusão de árvores em sistemas agroflorestais para a produção de produtos florestais não-madeireiros, para fornecer alimentos e outros produtos (por exemplo, substâncias medicinais) para atender às necessidades diárias de pessoas locais. O termo “espécie de Cinderela” apareceu na década de 90 para espécies que atendiam a essas necessidades (LEAKEY, 2017).

A extração de PFSMs favorece a continuidade das populações em seu local de origem, ajudando a manter diversas comunidades rurais tradicionais ou agroextrativistas que tradicionalmente dependem desses produtos para sua subsistência. Esses produtos, se extraídos de forma sustentável, também podem abastecer os mercados interno e externo (ALMEIDA et al., 2009; PEDROZO et al., 2011).

No mapa da Figura 1, é possível observar a distribuição em território brasileiro das quatro espécies de castanhas comestíveis. Em geral, a produção de castanha-de-galinha, castanha-de-cutia e castanha-do-brasil é observada apenas no bioma Amazônia, enquanto a castanha-de-sapucaia é observada nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

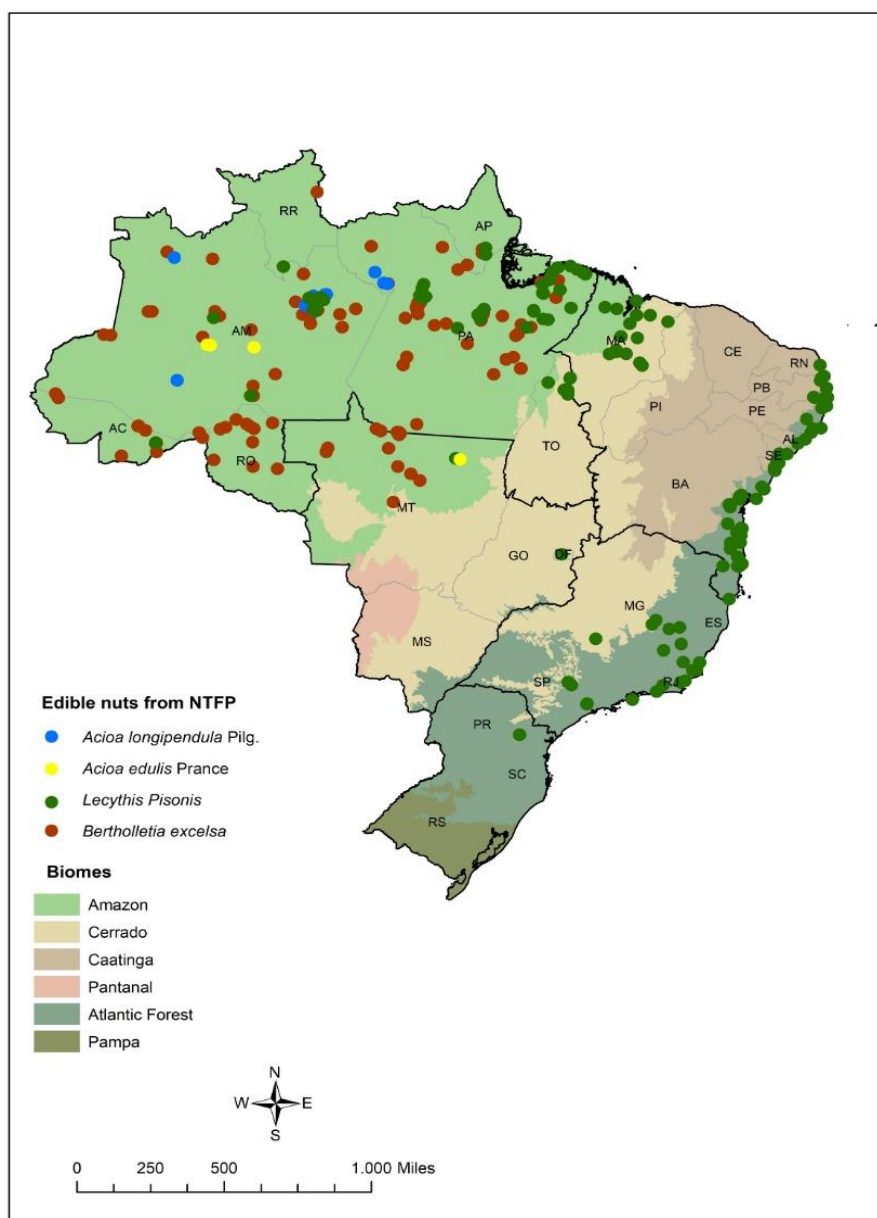


Figura 1: Mapa de ocorrência das castanhas comestíveis das famílias Chrysobalanaceae e Lecythidaceae no Brasil. Criado com dados obtidos do SiBBr (SIBBR, 2020).

Legenda: castanha-de-galinha (*Acioa longipendula* Pilg.); castanha-de-cutia (*Acioa edulis* Prance); castanha-de-sapucaia (*Lecythis pisonis*); castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)

Por meio do extrativismo, em especial, as florestas, tem a possibilidade de contribuir para a produção de alimentos que chegam ao mercado consumidor. Ao longo do tempo, o conhecimento de sementes permitiu o desenvolvimento da diversidade medicinal, ornamental e alimentar (SILVA, 2019).

Os benefícios para as populações locais estão relacionados ao manejo sustentável dos recursos florestais, à manutenção da estrutura e funcionalidade da floresta e, conseqüentemente, à conservação dos ecossistemas (ELIAS; SANTOS, 2016). Portanto, o aumento da demanda por PFNMs pode estimular o reflorestamento de áreas degradadas, incluindo a reintrodução de espécies nativas (WIERSUM, 2017).

2.3 Família Chrysobalanaceae

Com aproximadamente 530 espécies divididas em 18 gêneros, considerando que desses gêneros, sete são presentes no Brasil (CORRÊA, 2013), a família Chrysobalanaceae, de ordem Rosales e superordem Rosiflorae, apresentam plantas lenhosas e arbustos, encontrados em regiões tropicais e subtropicais (FEITOSA; XAVIER; RANDAU, 2012; ZUQUE et al., 2004).

Essa família é responsável pela produção de sementes oleaginosas como: Curupira – (*Couepia sp*), Pajurá – (*Couepia bracteosa* Benth.), Marirana – (*C. subcordata* Benth. ex Hook f.) e as estudadas nesse trabalho a castanha-de-galinha (*Couepia longipendula* Pilg.) e a castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance) (PESCE, 2009).

2.3.1 Castanha-de-Galinha (*Couepia longipendula* Pilg.)

De acordo com (HASSLER, 2020), a castanha-de-galinha é conhecida pelo nome científico *Acioa longipendula* (Pilg.) e nome sinônimo de *Couepia longipendula* Pilger. Essa espécie pertence à família de Chrysobalanaceae e o gênero é o *Acioa*.

A árvore da castanha-de-galinha pode chegar até 30 metros de altura com diâmetro do tronco de 40 a 80 centímetros e a folha dessa castanheira é caracterizada de acordo com (PESCE, 2009) como: “lanceolada a oblongolanceolada, com ápice agudo a cuspidado, base cuneada a arredondada, margem inteira. Inflorescência pêndula, com longo pedúnculo, flores com cálice campanulado cor de vinho. ”

Pode apresentar dois tipos parecidos de sementes com produção de óleo diferente, sendo a semente do baixo Amazonas e a do alto Amazonas. A semente do baixo Amazonas tem um caroço alongado e ovoide, casca dura e espessa, com amêndoa branca e pouco consistente com uma película de cor parda, enquanto a semente do alto Amazonas apresenta óleo de cor parda com sabor e odor desagradável. A semente pode ser composta por 78% de casca lenhosa e 22% de amêndoa lenhosa (PESCE, 2009).

O fruto, como é possível ver na Figura 2, pode ser encontrado na forma oval ou elipsoide de 5 a 8 cm com 3,5 a 4,5 cm de diâmetro, semente similar ao ovo de galinha, origem de seu nome vulgar, mesocarpo lenhoso e epicarpo delgado e pubescente. A amêndoa possui cor branca com peso de 4 a 7 g e 3 a 2 cm de tamanho (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2003).



Figura 2: Castanha-de-Galinha

Fonte: Autor do trabalho

Apesar de ter uma colheita muito limitada e importância desconhecida, a castanha-de-galinha, é propagada por sementes que não podem ser armazenadas por um longo período, pois perdem a viabilidade com rapidez. Em 20 dias pode ocorrer germinação, a floração se inicia entre o quarto e quinto ano, com produção de 300 a 1000 castanhas por ano quando atinge 20 anos de idade. (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2003).

O grande potencial e utilização é para produção de farinha e extração do óleo, podendo, a castanha pode ser consumida em diferentes processamentos desde farinha até *in natura* (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2003).

2.3.2 Castanha-de-Cutia (*Couepia edulis* Prance)

A castanha-de-cutia tem nome científico aceito como *Acioa edulis* Prance e nome científico sinônimo de *Couepia edulis* (Prance) Prance, seu perfil taxonômico constata que é pertencente à família das Chrysobalanaceae e do gênero *Acioa* (HASSLER, 2020). É uma castanha conhecida desde 1933, sendo considerada de importância local (PRANCE, 1975).

A castanheira está presente nas matas de terra firme da Amazônia, pertencente à família Chrysobalanaceae que é endêmica na região amazônica e bem adaptável em solos argilosos e

pobres na floresta úmida mesmo em áreas que normalmente alagam (LEANDRO; MURTA; YUYAMA, 2007; PESSOA et al., 2005).

A árvore pode atingir até 25 metros de altura e 50 cm de diâmetro na altura do peito, seu tronco é pardo e áspero e é dificilmente reto, apresentando pequenas sapopemas basais; aberta, a copa apresenta 12 a 15 m de diâmetro. As folhas são caracterizadas como: ovalado-elíptica de ponta arredondada e acumiada e o fruto apresenta característica fibrosa, de cor pardo-escuro, casca espessa e amêndoa de cor branca, oleosa e proteica (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004).

Com floração entre os meses de novembro e fevereiro e frutificação entre fevereiro e março, tem a castanheira de cutia capacidade de produzir, por ano, mais de 200 kg de frutos. Os frutos, precisam de um ano para amadurecer, após esse período, as castanhas são coletadas manualmente e guardadas em local seco e arejado (ASSIS; PESSOA, 2009; LEANDRO; MURTA; YUYAMA, 2007; PESSOA et al., 2005).

O melhor sistema para o crescimento dessa espécie é o sistema de monocultura, em solos com boas condições, uma árvore adulta pode produzir 2.400 frutos, equivalente a 200 kg, com 38Kg de amêndoa e 28Kg de óleo (FAO, 1987). Por utilizar a maioria das reservas acumuladas no solo durante a produção, um ano de boa colheita possivelmente será seguido por um ano de pouca, pois a recuperação do solo é demorada (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004).

O fruto da castanheira de cutia (Figura 3), tem sabor parecido com a castanha-do-brasil e produz aproximadamente 73% de óleo que pode ser usado pelos moradores locais como matéria prima para sabão caseiro e na culinária (ASSIS; PESSOA, 2009; COSTA-SINGH; BITENCOURT; JORGE, 2012; LEANDRO; MURTA; YUYAMA, 2007).

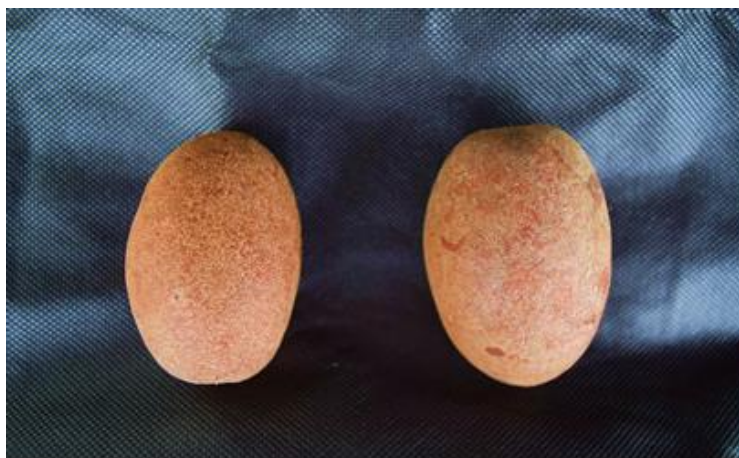


Figura 3: Castanha-de-Cutia

Fonte: Autor do trabalho

A amêndoa é considerada muito saborosa e consumida pelos habitantes da região em variadas formas como: torrada, moída, cru ou assada, misturadas com farinha de mandioca ou consumidas junto com outro alimento, como o café (ASSIS; PESSOA, 2009; PESSOA et al., 2005).

A potencialidade industrial da castanha de cutia está em: o alto índice de iodo, sendo seu óleo utilizado como secativo, podendo ser utilizado em indústrias de ramos de impressão e semelhantes e tem a possibilidade de utilizar como fonte de biodiesel, apresentando um alto potencial para comercialização, porém tem baixa presença no mercado e segundo o autor, (PESSOA et al., 2005), acredita que seja devido à dificuldade de manuseio da casca.

Devido a presença de uma casca rígida, uma problemática é falta de tecnologia adequada, que gera uma certa dificuldade na obtenção da amêndoa em larga escala, portanto a demanda no mercado para a comercialização se torna pequena (PESSOA et al., 2005), uma vez que, para fazer a extração da amêndoa de dentro da castanha é necessário associar impacto, corte e ferramentas adequadas, sendo considerada uma atividade extrativista e com falta de tecnologia para beneficiamento. (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004).

2.4 Família Lecythidaceae

Com maior diversidade nas Guianas e na Região Amazônica, com espécies endêmicas encontradas no bioma Mata Atlântica, as Lecythidaceae, com aproximadamente 17 gêneros e 300 espécies, tem uma distribuição pantropical. Apresenta cinco subfamílias: Foetidioideae, Planchonoideae, Napoleonaeoideae, Scytopetaloidae e Lecythidoideae. A subfamília Lecythidoideae só ocorre dentro de neotrópicos, com 10 gêneros e 214 espécies. No Brasil é possível encontrar 9 gêneros, 122 espécies com 54 endêmicas (MATTA; SCUDELLER, 2012).

Presente na Bacia Amazônica, a família das Lecythidaceae, é composta pelas árvores produtoras das seguintes sementes: Sapucaia, Sapucaia-açu – (*Lecythis usitata* Miers = *L. pisonis* Cambess), Castanha-do-pará – (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), e Churu – (*Goeldinia riparia* Huber. = *Allantoma lineata* (Mart. & O. Berg) Miers) (PESCE, 2009).

2.4.1 Castanha-de-Sapucaia (*Lecythis usitata* Miers = *L. pisonis* Cambess)

A castanha-de-sapucaia pode ser encontrada por alguns nomes sinônimos entre eles: *Lecythis amapaensis* Ledoux, *Lecythis densa* Miers, *Lecythis paraënsis* Huber ex Ducke,

Lecythis pisonis subsp. *usitata* (Miers) S.A.Mori & Prance, *Lecythis usitata* Miers entre outros. É da família da Lecythidaceae e do gênero *Lecythis* (GOVAERTS, 2020).

O gênero *Lecythis* é considerado neotropical com ocorrência da Nicarágua a São Paulo, apresentando 26 espécies. Descrita em 1829, a *Lecythis pisonis*, tem área de ocorrência no Estado do Espírito Santo, posteriormente foi descrita a *Lecythis usitata*, com ocorrência no Estado do Pará. Quando o gênero, *Lecythis*, foi revisado, chegou-se à conclusão que ambos eram a mesma espécie, logo, foram agrupadas com o nome mais antigo: *Lecythis pisonis* (SOUZA et al., 2014).

Pode ser encontrada por outros nomes populares como: sapucaia-do-amazonas, sapucaia-grande, sapucaia-verdadeira, marmita-de-macaco, papo de anjo, fruta de cutia, cumbuca-de-macaco, cuia-de-macaco, sapucainha, sapucaí, sapucaiaçu, pau de cachimbo, fruta da lepra e sapucaia, árvore-de-caçamba, árvore-de-cambuca, caçamba-do-mato, sapucaia-branca, sapucaia-de-pilão entre outros (BRAGA et al., 2007; SOUZA et al., 2014).

A árvore da castanha-de-sapucaia da família Lecythidaceae, ocorre naturalmente em quase toda região Amazônica, e está presente do Ceará até o Rio de Janeiro na floresta pluvial da Mata Atlântica, apresentando duas espécies de sapucaia, a sapucaia-açu (*Lecythis paraensis* Huber.) e a sapucaia comum (*L. usitata* Miers.), que pode chegar a 50 metros de altura, tem um tronco de 50 a 90 centímetros de diâmetro (BRAGA et al., 2007; DE CARVALHO et al., 2012).

A diferença entre as duas espécies de sapucaia (*Lecythis paraensis* Huber e a *L. usitata* Miers) está apenas no tamanho do fruto, onde os frutos apresentem grande variação de forma e tamanho, sendo a *Lecythis usitata* Miers. com tamanho variando de 10 a 13 cm com crescimento em terrenos altos de terra firme, diferente da *Lecythis paraenses* Huber. que a árvore tem crescimento em terrenos úmidos e o fruto tem tamanho de 15 a 18 centímetros (PESCE, 2009).

As folhas se apresentam ovaladas com base assimétrica entre 8 a 15 cm de comprimento, as flores são púrpuras e as sementes fusiforme (DE CARVALHO et al., 2012; PESCE, 2009). E a madeira apresenta cor amarelo-clara (BRAGA et al., 2007).

O fruto fica preso no galho da árvore, e quando está maduro cai no chão com as sementes presentes dentro de um ouriço com uma borda na boca. A ponta do ouriço (figura 4) se solta quando os frutos estão maduros e as sementes, cerca de 30 a 50 sementes de casca menos dura e fácil de ser quebrada, são liberadas, estas, apresentam cor marrom claro, são doce, perfumada e pouco oleosa (BRAGA et al., 2007; PESCE, 2009).



Figura 4: Ouriço da Castanha-de-sapucaia

Fonte: Autor do trabalho

A germinação de novas sementes pode demorar de 40 a 70 dias. A floração ocorre entre setembro e outubro e a frutificação acontece de junho a setembro e seus frutos são grandes, cerca de 20 cm (ouriço) e pode ser utilizado como recipiente (BRAGA et al., 2007).

Embora o preço que alcança pela exportação da castanha-de-sapucaia seja pouco superior que o da castanha-do-brasil, a sua exportação não é superior que poucos hectares por ano. Esse é um dos motivos que a semente não é transformada em óleo, pois é considerada rara e cara (PESCE, 2009).

Segundo (SOUZA et al., 2014) a madeira da castanha-de-sapucaia tem seu uso indicado para produção de batente de portas e janelas, brinquedos, cabos de ferramentas, instrumentos musicais, carrocerias, embarcações, esculturas, estacas, janelas, implementos agrícolas, postes para distribuição de energia elétrica, ripas, assoalhos, vigas e etc. É muito utilizada também em construções navais por ser pesada, compacta e forte, serve para a fabricação de moveis e artigos domésticos decorativos, pontes e esteios (BRAGA et al., 2007).

Quanto ao consumo, as sementes (figura 5 A e B) podem ser consumidas cruas, cozidas ou torradas e apresentam sabor similar a castanha-do-brasil (CARVALHO, 2008).



Figura 5: Castanha-de-sapucaia. A - com a casca; B – sem a casca

Fonte: Autor do trabalho

2.4.2 Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)

A castanha-do-brasil está classificada como uma espécie vulnerável ao risco de extinção, de acordo com a última avaliação de janeiro de 1998 (IUCN RED LIST, 1998).

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., da família Lechytidaceae) apresenta sinônimos botânicos os nomes: *Bertholletis nobilis* Miers, *Bertholletia excelsa* Silva Manso (SOUZA et al., 2008)

É conhecida popularmente como castanha-do-pará, castanheira-do-brasil, castanha, castanheira-da-Amazônia, castanheira-verdadeira, castanheira-do-maranhão, noz-do-brasil, castanheira-rosa, amendoeira- da- américa, castanha mansa. No exterior é conhecida como: brazil-nuts, (Inglaterra), noce-de-brasil (Itália), noix du-bresil (França), paranuss (Alemanha), almendro (Colômbia) (SOUZA et al., 2008).

Não tem seus limites geográficos definidos com precisão na Região Norte, e além do Brasil, somente se encontra a castanha na Bolívia e nas Guianas, porém, a espécie é nativa da Amazônia, com ocorrência nos Estados Amapá, Roraima, Mato Grosso, Acre, Amazonas, Pará, Maranhão, Rondônia e norte de Goiás (PESCE, 2009; SOUZA et al., 2008).

É considerada como uma das maiores árvores da floresta amazônica, a castanha-do-brasil pode atingir uma altura de 50 m de tronco, e na base, de 2 m ou mais, com a possibilidade de apresentar flores na cor creme e frutos de característica globoso, lenhoso e indeiscente (OLIVEIRA, 2018). Uma unidade da castanha-do-brasil pode pesar de 5 a 20 g com 28% de umidade aproximadamente, sendo composta por casca lenhosa e amêndoas com 50% cada (PESCE, 2009).

Por ter um crescimento agregado, sua colheita é facilitada, logo, uma árvore, pode atingir idade entre 361 e 401 anos. A produção de frutos pode iniciar entre 73 e 93 anos com produção máxima de 240 anos. Seus frutos (figura 6) podem levar até 14 meses para maturar após a floração, que ocorre geralmente em novembro. Tem a capacidade de produzir em média 125 L de castanhas, para isso é esperado que os ouriços caiam no chão. Os ouriços têm de 10 a 15 cm de diâmetro onde sua casca é lenhosa e muito dura e dentro de cada um contem de 12 a 22 unidades (PESCE, 2009).



Figura 6: Castanha-do-brasil com a casca

Fonte: Autor do trabalho

A colheita de castanha é uma atividade essencial para geração de renda para comunidades tradicionais e para a manutenção e conservação da floresta, logo, é uma atividade defendida por organizações de defesa do meio ambiente (SILVA et al., 2019) e tem duração de 5 a 6 meses, sendo realizada pelos colonos que se deslocam para os castanhais e realizam o trabalho em condições de trabalho consideradas inadequadas (PESCE, 2009).

A castanha descascada e aceita no mercado internacional, é levada para os mercados de Belém e Manaus onde são enviados, a granel, ao exterior por meio de transporte marítimo (PESCE, 2009) é produzida somente pelo extrativismo o que favorece a flutuação dos preços, sendo o único produto do setor de nozes e amêndoas que não é produzido por cultivo (BROSE, 2016).

A produção brasileira de castanhas-do-brasil se concentra nos estados da região Norte e no Estado do Mato Grosso. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE) (IBGE, 2016), a produção de castanha-do-brasil em 2015 o Estado do Acre apresentou maior produção de castanhas com 8.742 toneladas no total, ficando na frente do Estado do Pará com produção de 6.866 toneladas. Em 2016, apresentou uma redução de 14,7%, atingindo 34.664 toneladas, sendo o Estado do Amazonas responsável por 14.945 toneladas, e com valor de produção estimado em aproximadamente R\$ 110,1 milhões. Problemas climáticas como a falta de chuvas são a principal causa na redução de produtividade (IBGE, 2016).

Os estados com maior produção durante o período de 2011 e 2017 foram o Acre e o Amazonas que juntos representam mais de 60% da produção nacional. A grande demanda do mercado mundial e do aumento do consumo interno são fatores que mostram a grande contribuição para o desenvolvimento de comunidades extrativistas (SILVA et al., 2019).

A castanha-do-brasil foi um dos produtos de grande procura pelo mercado europeu. Relatos mais antigos feitos por Cristóvão de Lisboa, frei franciscano, sobre aspectos de produção e botânicos, sobre o fruto da castanheira e da exploração comercial, datam no século XVII, entretanto a castanha já era explorada e comercializada antes disso. No século XVIII, a castanha já era comercializada e conhecida como *Brazil nut*, porém somente após 1920 que passou a ser o principal produto de extrativismo (SILVA et al., 2019).

Durante o século 19, o Brasil, foi considerado como o principal exportador de castanha, sendo muito consumido, tradicionalmente, em festas como Ação de Graças e Natal, além do consumo como valor agregado em produção de doces e chocolates. E na atualidade é um produto com grande demanda na indústria de alimentos, cosméticos e farmacêutica (BROSE, 2016; SILVA et al., 2019).

A grande contribuição de comunidade e extrativistas para o comércio mundial de castanhas foi estimado em aproximadamente 1,5 milhão de hectares, com produção total de 54 milhões de litros ou 34 mil toneladas de castanha com a casca, sendo considerado seu apogeu de coleta expedicionária para os castanhais nativos distribuídos na Região Norte (SILVA et al., 2019).

De acordo com (YANG, 2009), em sua pesquisa de 2009, os Estados Unidos não apresentavam cultivo da castanha-do-brasil, sendo importada em quantidades significativas, cerca de 45.000 toneladas anualmente gerando aproximadamente 33 milhões de dólares. Logo, para a região amazônica, a coleta e exportação é tida como uma grande indústria.

A exportação de castanha-do-brasil aumentou para 700 mil hectares entre Belém e Manaus em comparação com o ano de 1850 que era de 30 mil hectares. Embora as castanhas oriundas da Bolívia e do Acre sejam mais procuradas pela indústria devido o menor tamanho o

que facilita o processo de descasque, as de Manaus são mais apreciadas por serem maiores (PESCE, 2009).

Ao longo do tempo, o preço por hectare da castanha variou entre altas e baixas principalmente por influências históricas como a Primeira Guerra Mundial e crise mundial que caracterizaram baixas, após esse período apresentou alta com preços maiores que 100 mil réis. Atualmente, estima-se que o mercado da castanha esteja na ordem de USD 150 milhões/ano (BROSE, 2016; PESCE, 2009).

Considerada como uma das plantas mais nobres e valiosas da Amazônia Ocidental, a castanha-do-brasil, é o produto vegetal extrativo com maior importância alimentar, social, econômica e ecológica da Amazônia, sendo comercializado em sua maioria descascado, *in natura* ou descascado e desidratado para melhor conservação, acredita-se que a evolução tecnológica para beneficiamento da castanha pouco obtiveram modificações (DA SILVA; ASCHERI; DE SOUZA, 2010).

O óleo é de alta qualidade, agradável ao paladar e olfato, muito apreciado na indústria de alimentação e cosméticos, pode ser utilizado também como combustível e com produtos artesanais (MAPA, 2014). Gera fonte de renda para trabalhadores rurais e urbanos e pode apresentar diferentes formas de consumo como: *in natura*, como ingrediente de outras preparações como doces, suplementos protéicos, leites, bebidas dietéticas, panificação, confeitarias, mingaus, farinhas e sorvetes (OLIVEIRA, 2018).

A castanha-do-brasil é uma das sementes que representa a base do comércio amazônico, sendo o foco de muito estudo quanto a sua importância nutricional, potencial terapêutico, domesticação da planta, conhecimento filogenético e aproveitamento econômico (AMORIM et al., 2020).

No quadro 1 é possível verificar um resumo de alguns aspectos relevantes das castanhas estudadas.

Quadro 1: Amostras das castanhas de cutia, galinha, sapucaia e brasil, quanto a frutificação, coleta, armazenamento e valor nutricional.

Itens Avaliados	Família			
	Chrysobalanaceae		Lecythidaceae	
	Castanha-de-cutia (<i>Couepia edulis</i> Prance)	Castanha-de-galinha (<i>Couepia longipendula</i>)	Castanha-de-sapucaia (<i>Lecythis pisonis</i>)	Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)
Ocorrência	Frutifica entre fevereiro e março, e a fruta recém-formada precisa de um ano para amadurecer. ¹	Frutifica entre fevereiro e março, a fruta recém-formada leva cerca de 6 meses para amadurecer. ²	Frutificação acontece de junho a setembro e seus frutos são grandes, cerca de 20 centímetros (ouriço). ⁷ Cada ouriço tem de 30 a 50 sementes. ⁴	A floração ocorre em novembro e após 14 meses tem-se frutos maduros. ⁴
Coleta/ Armazenamento/ Transporte	Eles devem ser coletados rapidamente e armazenados em local seco. ¹	As nozes secas podem ser armazenadas por vários meses, mas deteriora-se rapidamente se mantido úmido em altas temperaturas. ²	A coleta é difícil pelo tamanho da árvore e do fruto. ⁸	Frutos são coletados em dezembro após a floração. ⁴
Valor Nutricional	Contêm 73% de óleo, 2,6% de umidade, 9,06,6% de proteína e 6% de cinzas. ²	As amêndoas contêm 75% de óleo, 18% de umidade, 32,5% de proteína, 10,6% de fibra e 8,3% de cinzas. ³	A composição das amêndoas pode variar. Os carboidratos variam de 5 a 11%, as proteínas variam de 18 a 26% e os lipídios de 51 a 64%, sendo o ácido linoléico o mais prevalente. ⁵	As nozes secas contêm 63 a 69% de óleo, 14 a 17% de proteína, 4% fibra e 3% de cinzas. ²
Qualidades características	O óleo é caracterizado como inodoro e transparente. Além de ser considerado seco, devido ao seu teor de iodo. ¹	-	Considerada de mais fácil digestão que a castanha-do-brasil, seu sabor possui característica adocicada. ⁵	Possui grande valor comercial com diversas possibilidades de uso. Conhecida por combater o envelhecimento celular, prevenindo o desenvolvimento de tumores e doenças neurodegenerativas, utilizada no tratamento da desnutrição e anemia. ⁶

Referências: ¹(PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004); ²(FAO, 1987); ³(EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2003); ⁴(PESCE, 2009); ⁵(TEIXEIRA et al., 2018a); ⁶(BITENCOURT, 2020); ⁷(BRAGA et al., 2007); ⁸(ROSA, 2018).

Nos últimos anos, diversos tipos de sementes e castanhas brasileiras têm sido estudados principalmente na região amazônica, e a maioria apresenta compostos bioativos com potencial funcional. Ainda assim, algumas espécies nativas, por serem pouco conhecidas e de reduzida importância econômica ainda não foram submetidas a nenhum estudo (TEIXEIRA et al., 2018b), como é o caso da castanha de galinha apresentada no quadro 1, em que dados de sua importância qualitativa não foram relatados na literatura.

2.5 Aspectos Nutricionais das castanhas

Considerando que as castanhas apresentam nutrientes com propriedades funcionais, estudar o potencial nutricional de espécies frutíferas da Amazônia ampliaria o conhecimento sobre os benefícios nutricionais que permanece descaracterizado, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico dessa região (PINHEIRO, 2013).

Para fazer a correta identificação é importante diferenciar nozes e castanhas com atenção as suas características como (FREITAS; NAVES, 2010) demonstram em seu trabalho, o grupo das nozes verdadeiras apresentam as seguintes características: Frutas espessas e secas, com espinhos recobrimo sua semente na grande maioria das espécies, alguns exemplos encontrados são: Castanha-do-pará, pecã, amêndoa, castanha-de-caju, pistache, avelã, macadâmia, noz e castanha. Já as sementes comestíveis apresentam característica similares as nozes, porem com classificação botânica diferente. Pode ser considerada uma leguminosa como o amendoim e a amêndoa de baru.

Entretanto não existe uma maneira exata de classificar, pois elas são baseadas numa perspectiva funcional, morfológica ou de desenvolvimento. As sementes quando definidas pela função são classificadas como propagadoras da espécie. As castanhas são classificadas como qualquer semente comestível e oleosa, incluindo as que são derivadas de nozes verdadeiras (DYER, 2011).

O consumo de nozes é recomendado para manutenção de uma dieta saudável em vários lugares do mundo e dentre suas características, a principal é fornecimento de elevado teor de gordura. Além de serem ricas fontes de proteína, fibras, vitaminas e sais minerais (VADIVEL; KUNYANGA; BIESALSKI, 2012).

Estudos confirmam que a ingestão diária de nozes, associado a uma alimentação balanceada ajuda na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, em especial, câncer, doenças cardiovasculares e diabetes tipo II. Devido à presença, principalmente, em sua

composição de compostos bioativos, importante conteúdo de tocoferóis e compostos fenólicos, que possuem efeito antioxidante, além de atuar na prevenção de doenças crônicas, protege sistemas biológicos contra a ação de radicais livres, que causam danos oxidativos as proteínas, lipídios e ácidos nucleicos (DE SOUZA, 2013; DEMOLINER et al., 2018; VADIVEL; KUNYANGA; BIESALSKI, 2012).

A obesidade é considerada como um fator de risco para o desenvolvimento de Doenças não Transmissíveis (DNTs), como diabetes tipo 2, hipertensão, doenças cardiovasculares, entre outros e desde 1975 observa-se um aumento da obesidade que é considerada uma condição que afeta todas as pessoas de todas as idades independente do grupo social, em todo o mundo. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o excesso de gordura corporal que caracterize prejuízos a saúde é considerado obesidade e seu tratamento inclui alimentação saudável e atividade física, em alguns casos o tratamento cirúrgico é indicado (BRASIL, [s.d.]).

Um novo paradigma vem sendo traçado no que diz respeito a dieta, saúde e alimentos. Está claro que uma alimentação considerada adequada, além de fornecer energia, provém ingestão de nutrientes essenciais que promovem prevenção ou retardo de doenças. Logo, a procura por alimentos vegetais que tem maiores propriedades funcionais aumentou, dentre eles tem-se as castanhas (COSTA; JORGE, 2011).

As castanhas, frutos oleaginosos, em sua maioria apresenta composição dividida em macronutrientes com altos teores de lipídios (71%), sendo 70% de gorduras insaturadas, e proteínas (15%) de alto valor biológico, carboidratos com 9%, todos os aminoácidos essenciais, como cisteína e metionina. Em relação aos micronutrientes contem altos valores de ferro (Fe), Manganês (Mn), Magnésio (Mg) e Selênio (Se) com 290,5 mg em média. (SILVA JUNIOR et al., 2017; YANG, 2009).

O selênio quando consumido de maneira adequada tem a capacidade de atuar como cardioprotetor, antioxidante e anti-inflamatório (COZZOLINO, 2016). E a castanha-do-brasil é consumida mundialmente e considerada fonte alimentar de selênio, considerado nutriente essencial para o homem, pois estaria associado à minimização de algumas patologias (OLIVEIRA, 2018; SILVA JUNIOR et al., 2017).

Os minerais são de grande importância para o organismo, uma vez que representam de 4 a 5% do peso corporal, onde 50% desse peso é formado por cálcio e outros 25% são fósforo e podem ser encontrados nos ossos e dentes. Os outros 25% restantes são constituídos por macrominerais (magnésio, sódio, potássio, cloro e enxofre) e microminerais (ferro, zinco, iodo, selênio, manganês, flúor, molibdênio, cobre, cromo, cobalto e boro). E fornecendo uma

quantidade ínfima de peso tem os elementos traço como arsênico, alumínio, estanho, níquel, vanádio e silício (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Quanto a absorção de micronutriente a presença do fitato pode chamar atenção, uma vez que, altos níveis de ingestão de fitato estaria relacionado a efeitos negativos como redução da biodisponibilidade de minerais e proteínas e inibição de enzimas proteolíticas e amilolíticas, uma vez que são mais conhecidos por isso. Em contrapartida como efeitos positivos, o fitato, estaria relacionado a redução do risco de câncer de cólon, prevenção de cálculos renais e ação antioxidante (SILVA; SILVA, 1999).

Por fim, de acordo com estudos o consumo de nozes está relacionado com uma maior qualidade da alimentação e melhor adequação de nutrientes ingeridos, onde o impacto nutricional da substituição de lanches por castanhas revelou a redução do consumo de calorias vazias, promoção de um perfil de gordura mais adequado e aumento da ingestão de magnésio em quase 30% (CARDOSO et al., 2017a).

2.6 Alimento Seguro

O consumo de castanhas, que apresenta alto valor nutricional, pode estar comprometido devido a contaminação oriunda do sistema tradicional de coleta e armazenamento que compromete sua qualidade, já que a não utilização de tecnologias avançadas na produção extrativista favorece a incidência de contaminantes, o que torna a castanha imprópria para o consumo (COSTA, 2012).

Desde a década de 1950 que a preocupação com a ingestão de substâncias com elementos tóxicos ao organismo é observada, inicialmente com a ingestão de peixes e mariscos contaminados com o acúmulo de metil mercúrio por meio de contaminação industrial, na mesma época ocorreu a contaminação de pessoas por cádmio presente em alimentos (SOUZA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2009).

Ainda que todos os metais sejam considerados tóxicos, dependendo de fatores como a quantidade absorvida, ainda são nutrientes essenciais que garantem processos metabólicos, exceto, os elementos arsênio, cádmio e chumbo faltam relatos que comprovem sua essencialidade, logo, são considerados tóxicos (SOUZA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2009).

Além da preocupação com os metais pesados, é preciso atenção ao desenvolvimento de fungos. Considerando a realidade dos castanhais da floresta amazônica, o clima é bastante

úmido e apresenta altas temperaturas, com chuvas abundantes, o que seria um facilitador para o desenvolvimento de bactérias, fungos e outros organismos (RIBEIRO et al., 2016).

A contaminação por bactérias do grupo coliforme causada por manipulação inadequada e fatores ambientais em grande maioria, é um grande entrave na comercialização internamente e externamente (LORINI et al., 2017).

O acondicionamento inadequado das castanhas na pós-colheita resulta na principal causa de elevada contaminação por aflatoxinas o que acaba prejudicando as exportações do produto, logo é necessário controlar os fungos produtores de aflatoxinas (RIBEIRO et al., 2019).

Encontradas em todas as partes de mundo, as espécies de fungos produtoras de micotoxinas, podem se desenvolver em inúmeros substratos, com condições de temperatura, umidade e ph variadas. As micotoxinas regulamentadas são produzidas principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* e são um conjunto de substâncias tóxicas que podem causar graves problemas a saúde humana e animal, sendo capazes de induzir problemas carcinogênicos, mutagênicos e hepatotóxicos. Dentre as micotoxinas encontra-se as aflatoxinas produzidas por *Aspergillus* da Seção Flavi, que tem a capacidade de produzir metabolitos em o amendoim, milho, algodão e castanhas, em especial, a castanha-do-brasil (SOUZA et al., 2020).

Para realizar o controle quanto uma possível contaminação, o Brasil dispõe da Resolução - RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que trata dos Limites Máximos Tolerados (LMT) para a micotoxina em alimentos e além da ANVISA o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) também realiza inspeção e fiscalização das cadeias produtivas de alimentos (SOUZA et al., 2020). A RDC nº 7 foi reeditada em março de 2021 para Instrução Normativa - IN N° 88, de 26 de março de 2021, mas mantém os mesmos parâmetros para contaminação para metais (alguns) e micotoxinas.

Logo, a inserção das castanhas na alimentação humana está diretamente associada a importância de garantir a ausência de riscos para a saúde pública, dessa forma, é importante realizar estudos sobre a contaminação de micotoxinas, metais pesados e outros contaminantes que possam afetar a cadeia de nozes e sementes comestíveis. Para a produção de castanhas é utilizado o sistema extrativista, com produção tradicional familiar, sem muitos recursos tecnológicos, além disso, o clima da região norte do Brasil é caracterizada por apresentar temperatura e umidade relativa, de $\pm 97\%$, elevadas assim, as castanhas estão sujeitas a contaminação por fungos aflatoxigênicos que apresentam alta toxicidade (OLIVEIRA, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O processamento da matéria-prima é apresentado na Figura 7, e contou com 9 etapas divididas entre: recebimento das 4 castanhas, etapas de pré-preparo e preparo, abertura utilizando maquinários específicos e separação de cascas e amêndoas, moagem de todas as 8 partes (4 cascas e 4 amêndoas) e separação para as análises.

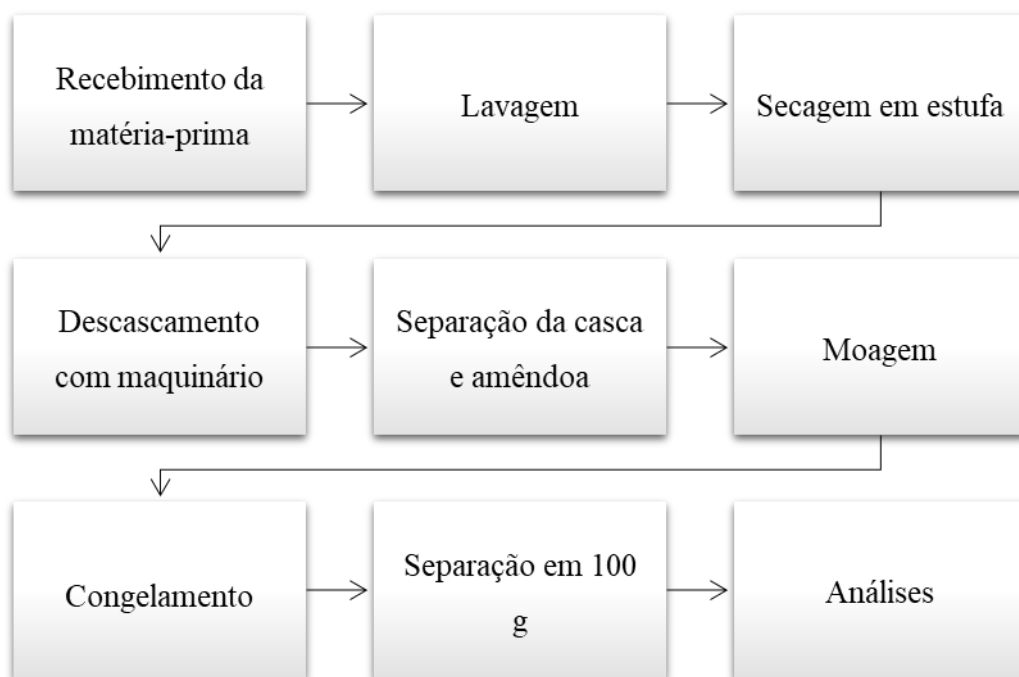


Figura 7: Fluxograma do recebimento da matéria-prima até o processamento das castanhas para análise.

3.1 Coleta de dados da literatura

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão de literatura por meio de levantamento bibliográfico nas bases de dados eletrônicas multidisciplinares e relacionadas às Ciências dos alimentos e saúde: SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), *Science Direct*, SCOPUS (Elsevier) e Google Acadêmico.

A busca dos estudos ocorreu no período de janeiro de 2019 até janeiro de 2021, onde foram analisados estudos sobre castanha-de-cutia, castanha-de-galinha, castanha-de-sapucaia e castanha-do-brasil. Foram considerados para análise artigos indexados em periódicos científicos nacionais e internacionais, dissertações, teses, livros, capítulos de livros e resumos

em congresso. Não foi estabelecido limite temporal, logo a abrangência é de aproximadamente 50 anos.

3.2 Castanhas

Para o experimento foram utilizadas castanhas das espécies: castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance), castanha-de-galinha (*Couepia longipendula*) e castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) coletadas em março de 2019 no Banco de Germoplasma da Embrapa em Manaus e a castanha-de-sapucaia (*Lecythis pisonis*) cedida pela Floresta Nacional Mário Xavier, localizada em Seropédica no Rio de Janeiro. As espécies foram armazenadas sob refrigeração no laboratório da Embrapa Agroindústria de Alimentos no Rio de Janeiro até o processamento.

3.3 Preparação da amostra bruta

3.3.1 Pré-preparo

Como as castanhas chegaram com muitas sujidades e partes impróprias, foram lavadas apenas em água corrente e secas artificialmente em estufa de ventilação forçada em baixa temperatura, atingindo o máximo de 50 °C, de maneira lenta por 48 a 72 horas para preservação das suas propriedades e facilitar as etapas seguintes.

3.3.2 Descascamento

As castanhas foram descascadas e para esse procedimento foi necessária utilização de equipamentos como torno mecânico (figura 8 - A) ou machado, aplicando força e precisão, para as duas espécies de Chrysobalanaceae, devido a dureza da sua casca. Para a espécie de Lecythidaceae, foi utilizado o martelo de borracha (figura 8 - B) para fazer a separação de casca e amêndoa. De acordo com (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004), a extração da amêndoa de dentro do fruto é feita associando impacto e corte, como se faz na atividade extrativista.

As matérias-primas utilizadas foram amêndoas tanto intactas quanto danificadas, podendo apresentar endosperma trincado ou quebrado.



Figura 8: Equipamentos utilizados para abrir as castanhas. A - Torno mecânico. B – Martelo de borracha.

Fonte: Autor do trabalho.

3.3.3 Obtenção de farinha da amêndoa e casca

Após a abertura e separação dos itens: amêndoa e casca, ambos foram processados separadamente para obtenção da farinha, utilizando o moedor industrial da Embrapa Agroindústria de Alimentos (figura 9) modelo “Robot Coupe”.



Figura 9: Processador de alimentos industrial

Fonte: (“robot coupe, Blixer 3”, [s.d.]

As cascas das castanhas-de-galinha e cutia foram trituradas no Instituto de Floresta da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (IF-UFRRJ), utilizando primeiramente o moinho

de martelos (figura 10 A). Em seguida para obter uma menor granulometria, as amostras foram novamente trituradas em um moinho em facas, modelo Willey (figura 10 B). Para as cascas da castanha-do-brasil e castanha-de-sapucaia foi utilizado o moedor industrial anterior da Figura 9.



Figura 10: Equipamentos utilizados no processamento de produtos florestais. A - Moinho de Martelo e B – Moinho em Facas.

Fonte: Autor do trabalho.

A seguir todas as 8 amostras foram congeladas em câmara de congelamento (-18 ° C) e após congelamento ocorreu a separação em amostras de 100g cada, que foram para as análises físico-químicas realizadas em triplicata nos Laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

3.4 Caracterização química das castanhas

Para realizar a caracterização química das amostras foram analisados os teores de lipídios (extrato etéreo), proteína, fibra alimentar, cinzas e umidade, conforme metodologias da (AOAC, 2010). Carboidrato e o valor calórico total foi calculado segundo a Resolução – RDC n. ° 360 de 23 de dezembro de 2003, que determina que o valor a ser declarado deve utilizar os seguintes valores de conversão, conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Valores de conversão de nutrientes segundo RDC 360/2003.

Carboidratos	4 kcal/g - 17 kJ/g
Proteínas	4 kcal/g - 17 kJ/g
Gorduras	9 kcal/g - 37 kJ/g

Fonte: (ANVISA - MS, 2003)

3.4.1 Determinação de fitato

A determinação de fitato foi realizada segundo o método 986.11 da AOAC – Association of Official Analytical Chemists, com modificações. Esse método consiste na extração do fitato da amostra, eluição em coluna de troca iônica digestão sulfo-nítrica para mineralização do fósforo orgânico, que é quantificado colorimetricamente em espectrofotômetro.

3.4.2 Determinação de umidade

Para determinação de Umidade foi utilizada a análise termogravimétrica, por meio do Analisador Termogravimétrico (TGA) em temperatura de 100°C, sob atmosfera inerte de N₂; até atingir peso constante.

3.4.3 Determinação de cinzas

As cinzas foram determinadas por termogravimetria, através de um Analisador Termogravimétrico (TGA). A variação da massa das amostras foi determinada até atingir peso constante a 550 °C, sob atmosfera de O₂

3.4.4 Determinação de proteína

Para a determinação de nitrogênio total utilizou-se o método de Kjeldahl, seguindo o método descrito no número 950.48 da (AOAC, 1998), utilizado com modificações. O fator de conversão do nitrogênio total em proteína utilizado foi 5,75 (%N x 5,75) que é utilizado para produtos vegetais.

3.4.5 Determinação de extrato etéreo

Para a determinação do extrato etéreo utilizou-se o método de número 945.38 da Association of Official Analytical Chemists, (AOAC, 2010). O procedimento se baseou em pesar uma amostra de 2 a 5 g em cartucho de Soxhlet que foi transferido para o aparelho com o balão de fundo chato tarado a 105 °C. Foi adicionado o reagente Éter de petróleo à amostra. Após esse procedimento a amostra ficou em extração contínua por 16 horas, após esse tempo o cartucho foi retirado. O balão com o resíduo extraído foi transferido para uma estufa a 105°C por aproximadamente 1 hora. Em seguida, o material foi resfriado em dessecador até atingir temperatura ambiente. O produto foi pesado e a operação de aquecimento, repetida até atingir peso constante.

3.4.6 Determinação de fibra alimentar

Utilizou-se o método Enzimático-Gravimétrico, adaptado pela Embrapa Agroindústria de Alimentos. O método enzimático-Gravimétrico método consiste em tratar o alimento com variadas enzimas fisiológicas, sendo possível separar a fração solúvel da fração insolúvel e quantificar (BITENCOURT, 2020).

3.4.7 Determinação de carboidratos

Para a obtenção dos carboidratos totais o método utilizado, considerando a natureza do material, foi cálculo por diferença, com base na Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA - MS, 2003; SANTOS; CORREA; LANNES, 2011), conforme equação:

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - \sum (\text{proteínas} + \text{lipídios} + \text{umidade} + \text{cinzas}).$$

3.4.8 Cálculo do Valor Energético Total

Para determinar o valor Energético total das castanhas foi aplicado os fatores de conversão de Atwater sendo: carboidratos 4 (kcal/g), lipídios 9 (kcal/g) e proteínas 4 (kcal/g). Este valor foi calculado com base na Resolução - RDC n. ° 360 de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA - MS, 2003; SANTOS; CORREA; LANNES, 2011), conforme equação:

Valor Energético total (Kcal/100 g) = (proteína * 4) + (carboidrato * 4) + (lipídios * 9).

3.5 Análise de Minerais

Para a determinação de minerais foi utilizado a Mineralização por micro-ondas de cavidade e a quantificação por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) para determinação de metais nas amêndoas após digestão por micro-ondas.

Essa análise consiste em digestão ácida assistida por micro-ondas para a decomposição das amostras visando detecção de elementos inorgânicos por técnicas espectrométricas (SOUZA et al., 2017).

3.6 Análise de Micotoxinas

A análise microbiológica foi realizada de acordo com o Regulamento Técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos, Instrução Normativa - IN nº 88, de 26 de março de 2021, que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas, dentre elas para aflatoxinas (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2), que corresponde ao alimento em questão, considerando o quadro abaixo:

Quadro 3: Limite Máximo Tolerado para a Castanha-do-brasil

Micotoxinas	Alimento	LMT (mg/kg)
Aflatoxinas B1, B2, G1, G2	Castanha-do-brasil com casca para consumo direto	20
	Castanha-do-brasil sem casca para consumo direto	10
	Castanha-do-brasil sem casca para processamento posterior	15

Fonte: (ANVISA - MS, 2021)

A análise de determinação das aflatoxinas (AF) G2, G1, B2 e B1 foi realizada em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), acoplado ao detector de fluorescência (DF). O procedimento analítico foi baseado no método descrito por (CASTRO; ANJOS; TEIXEIRA, 2013) que consiste no preparo, extração, purificação, detecção e a

quantificação das aflatoxinas, preparo do padrão para todas as amostras e aplicado em condições cromatográficas utilizando CLAE-FD usando o sistema de derivatização Kobra-cell®.

As matérias primas da castanha-do-brasil, castanha-de-cutia, castanha-de-galinha e castanha-de-sapucaia foram pesadas e retirada uma alíquota de 100 g de cada matriz. O preparo consistiu na obtenção de uma pasta em onde as 100 g de cada castanha foram processadas separadamente em mixer de alta velocidade (Omni Mixer®) em recipiente de vidro do dispersor e adicionado a esta pasta 5 g de cloreto de sódio, 200 mL de metanol e 100 mL de hexano (ambos, qualidade para HPLC). A mistura foi agitada durante 3 min a 800 rpm e filtrada em papel de filtro e em um sistema à vácuo usando a membrana de filtração de politetrafluoretileno (PTFE).

Na etapa de purificação, 10 mL do filtrado foram transferidos para erlenmeyer onde foram adicionados 60 mL de tampão PBS. A solução foi passada pela coluna de imunoafinidade AFLAPREP P07 da R-Biopharm, instalada no Manifold, usando fluxo de 2 mL/min. Em seguida, a coluna foi lavada com 15 mL de água deionizada e seca com ar; foram adicionados 2 mL de metanol na coluna, e, após 2 min de permanência, eluíram-se as aflatoxinas com fluxo de 2 mL/min usando o sistema de vácuo; esta solução contendo as aflatoxinas foi então evaporada sob fluxo de nitrogênio, em banho-maria a 40°C, e ressuspensa em 3 mL de MeOH (grau HPLC) : H₂O ultrapura (2:3) (CASTRO; ANJOS; TEIXEIRA, 2013). A quantificação foi realizada utilizando o Sistema Clae/ Kobra-Cell®/DFL.

Partindo de uma solução padrão certificada contendo as quatro aflatoxinas, foram preparadas soluções com concentrações diferentes das AFs para os sete pontos da curva.

As concentrações das curvas analíticas para B1 e G1 variaram na faixa de 0,0004 a 0,030 µg/mL, enquanto que para B2 e G2 a faixa foi de 0,0002 a 0,015 µg/mL.

Alguns parâmetros cromatográficos foram considerados: Coluna cromatográfica: X-Terra®; RP18 (Waters), 5 µm, (4,6 x 150 mm); Fase móvel: fase ternária composta por acetonitrila/ metanol/água ultra-pura na proporção (15:20:65 v/v) contendo 198 g/L de KBr e 585 µL da solução de HNO₃ 4 M; Fluxo: 0,8 mL/min em modo isocrático; Detector de fluorescência: excitação - 360 nm e emissão - 440 nm; Volume de injeção: 40 µL (CASTRO; ANJOS; TEIXEIRA, 2013).

3.7 Análises Estatísticas

Os dados obtidos nas análises foram trabalhados utilizando o software Microsoft Excel® e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software statistica® 8.0, com análise de variância simples, One-way ANOVA foi aplicada para análise dos dados e, no caso de diferenças significativas entre as amostras, as médias foram comparadas de acordo com o teste de Tukey, adotando um nível de significância de 5% (= 0,05).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição Centesimal

Os resultados encontrados para a composição centesimal das amostras de amêndoas de castanhas de: cutia, galinha, sapucaia e brasil se encontram dispostos na Tabela 1, foram analisados os seguintes parâmetros em g/100 g de umidade, cinzas, lipídios, fibra alimentar, carboidratos, proteína e o valor calórico de cada castanha como é possível observar abaixo.

Tabela 1: Análise da composição centesimal de amêndoas das castanhas de Cutia, Galinha, Sapucaia e Brasil.

Parâmetros (g/100 g)	Castanhas			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Umidade	1,43 ± 0,30 ^b	3,39 ± 0,70 ^a	2,30 ± 0,14 ^{ab}	1,56 ± 0,40 ^b
Cinzas	2,68 ± 0,17 ^c	1,82 ± 0,13 ^d	3,80 ± 0,01 ^a	3,46 ± 0,07 ^b
Lipídios	67,51 ± 0,09 ^b	57,92 ± 1,00 ^c	64,83 ± 0,13 ^a	56,05 ± 0,01 ^c
Fibra Alimentar	11,35	10,2	6,90	10
Carboidrato	8,93	19,48	5,56	13,43
Proteína	8,11	7,17	16,62	15,53
Valor Calórico (kcal/100g)	675,7	627,87	672,19	620,23

Legenda: Os resultados de fibra alimentar, carboidrato e proteína não apresentaram dados suficientes para rodar análise estatística. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Na Tabela 1, os teores de umidade encontrados foram: (1,43 ± 0,30^b) castanha-de-cutia, (3,39 ± 0,70^a) castanha-de-galinha, (2,30 ± 0,14^{ab}) castanha-de-sapucaia e (1,56 ± 0,40^b) castanha-do-brasil, como visto, a que apresentou maior quantidade foi a castanha-de-galinha.

Para o item cinzas, sapucaia apresentou maior valor com (3,80 ± 0,01^a), seguido por brasil (3,46 ± 0,07^b), cutia (2,68 ± 0,17^c) e galinha (1,82 ± 0,13^d).

A castanha que apresentou maior conteúdo lipídico foi a sapucaia ($64,83 \pm 0,13^a$), e brasil ($56,05 \pm 0,01^c$) teve o menor índice.

Em relação a fibra alimentar cutia (11,35 g/100 g), galinha (10,2 g/100g) e brasil (10 g/100 g) apresentaram pouca diferença, exceto sapucaia (6,90 g/100 g) que obteve uma menor quantidade.

A castanha-de-galinha obteve uma boa quantidade de carboidrato com (19,48 g/100 g), seguida por brasil (13,43 g/100 g), cutia (8,43 g/100 g) e sapucaia (5,56 g/100 g) com o menor valor.

Quanto ao perfil de proteínas sapucaia e brasil obtiveram os maiores valores com (16,62 g/100 g) e (15,53 g/100 g), respectivamente. Diferente de cutia (8,11 g/100 g) e galinha (7,17 g/100 g) com os menores índices.

Por fim, o valor calórico expresso em (kcal/100 g) a castanha-de-cutia (675,7 kcal/100 g) foi a mais calórica com e a castanha-do-brasil a menos com (620,23 kcal/100 g).

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (NEPA, 2011), apresenta os seguintes valores para castanha-do-brasil e alimentos similares nos parâmetros analisados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de alguns parâmetros de castanha-do-brasil, castanha-de-caju e amêndoa encontrados na TACO.

Parâmetros (g/100 g)	Castanha-do-brasil, crua	Castanha-de- caju, torrada, salgada	Amêndoa, torrada, salgada
Umidade (%)	3,5	3,5	3,1
Lipídios (g)	63,5	46,3	47,3
Carboidrato (g)	15,1	29,1	29,5
Proteína (g)	14,5	18,5	18,6
Valor Calórico (Kcal)	643	570	581

Fonte: (NEPA, 2011)

A Tabela 2 apresenta um comparativo dos resultados encontrados com as castanhas do brasil, caju e amêndoas. O teor de umidade de todas as castanhas foi baixo, exceto galinha que se aproximou com os dados da Tabela 2. O resultado de lipídio das amêndoas das espécies de castanhas foi superior em comparação com amêndoa e castanha-de-caju torradas e salgadas. O resultado de carboidrato foi baixo principalmente para sapucaia tanto na Tabela 1 quanto na Tabela 2. Quanto a quantidade de proteína encontrado cutia e galinha ficaram com os menores valores.

A ingestão de nozes tem sido vinculada nos últimos anos a um risco reduzido de diabetes e doença cardíaca coronária, onde a possibilidade do efeito protetor advém das nozes nos

lipídios séricos, marcadores de inflamação e estresse oxidativo. Amêndoas quando comidas sozinhas ou combinadas com refeições com alto teor de carboidratos, tem a capacidade de atenuar a resposta pós-prandial de glicose, considerando que a hiperglicemia pós-prandial é associada a risco de doença cardiovascular (KENDALL et al., 2011).

O consumo maior que 3 porções semanal de grãos, castanhas e nozes estaria associado a uma redução do risco em mais de 50% de morte por doenças cardiovasculares. Esse fato se deve a melhora no perfil lipídico sérico e redução do estresse oxidativo (SANCANARI et al., 2019).

As cascas das castanhas também passaram por análise para identificar a composição centesimal e o resultado presente na Tabela 3, consta que os valores são inferiores em comparação com as amêndoas, exceto fibra.

Tabela 3: Análise da composição centesimal de cascas das castanhas de: Cutia, Galinha, Sapucaia e Brasil.

Parâmetros (g/100 g)	Castanhas			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Umidade	6,95 ± 0,07 ^c	7,24 ± 0,07 ^c	9,49 ± 0,13 ^b	11,40 ± 0,18 ^a
Cinzas	1,06 ± 0,03 ^c	0,61 ± 0,01 ^d	2,11 ± 0,12 ^a	1,58 ± 0,01 ^b
Lipídios	0,44 ± 0,00 ^a	2,54 ± 0,00 ^a	1,40 ± 0,02 ^a	1,83 ± 0,06 ^a
Fibra	93,1	91,48	82,99	84,94
Carboidrato	-3,33	-4,86	-0,12	-3,42
Proteína	1,78	2,99	4,14	3,68
Valor Calórico (kcal/100g)	-2,24	15,38	28,59	17,42

Legenda: Os resultados de fibra alimentar, carboidrato e proteína não apresentaram dados suficientes para rodar análise estatística. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Quanto aos valores das cascas como mostra a Tabela 3, o teor de umidade que mais se destacou foi a da castanha-do brasil com (11,40 ± 0,18^a) e o menor foi a castanha-de-de-cutia com (6,95 ± 0,07^c)

Para o valor de cinzas a casca que teve menor quantidade foi a da castanha-de-galinha com (0,61 ± 0,01^d) e a que teve maior foi a sapucaia (2,11 ± 0,12^a).

Diferente das amêndoas o conteúdo lipídico das cascas foi bem menor. A que apresentou maior quantidade de lipídio foi a galinha (2,54 ± 0,00^a) e a menor foi a cutia (0,44 ± 0,00^a).

O teor de fibra alimentar foi maior na castanha-de-cutia com (93,10 g/100 g), seguida por galinha (91,48 g/100 g), brasil (84,94 g/100 g) e por último a sapucaia com (82,99 g/100 g).

A presença de carboidrato negativo encontrado nas cascas das castanha-de-galinha (-4,86 g/100 g), brasil (-3,42 g/100 g), cutia (-3,33 g/100 g) e por último, a sapucaia (-0,12 g/100 g), se justifica pelo fato da granulometria ser imprecisa para as análises devido à falta de maquinário específico para moagem. Ou seja, as amostras não apresentaram homogeneidade, logo, alguns resultados são discrepantes, isso também é evidenciado no valor calórico das amostras.

A quantidade de proteína nas cascas das castanhas ficou com sapucaia e brasil com os maiores valores a saber: (4,14 g/100 g) e (3,86 g/100 g), respectivamente, e galinha (2,99 g/100 g) e cutia (1,78 g/100 g) com os menores valores de proteína.

O valor calórico das amostras também apresentou variação nas análises, logo, a castanha-de-cutia obteve (-2,24 kcal/100 g) e a casca mais calórica foi a sapucaia com (28,59 kcal/100 g).

Avaliar a composição centesimal ou química de um alimento é de fundamental importância para entre outras funções, expressar o valor calórico e nutritivo do mesmo. Por meio das análises químicas é possível determinar a proporção de componentes que aparecem em cada quantidade de alimento (SILVA, 2019).

Porém, a composição centesimal das castanhas pode sofrer variações significativas dependendo dos diferentes tipos de cultivares, em função do solo, clima, práticas agrícolas e genética. Logo, os dados obtidos devem levar em consideração variáveis como localização geográfica e condições ambientais (FREITAS; NAVES, 2010).

Considerada como o principal componente estrutural das células do corpo humano, a proteína tem funções importantes como: transportadora nas membranas celulares, moléculas transportadoras no sangue, função enzimática e os aminoácidos atuam como coenzimas, precursores de ácidos nucleicos e hormônios (CUPPARI, 2014).

No trabalho de (CARVALHO et al., 2008b) que também avaliou a sapucaia o teor de umidade encontrado foi de (3,2%), de lipídios (64,0%), de proteína (18,5%), valores bem próximos ao encontrados nesse trabalho.

As amêndoas, apresentam uma composição química com maior teor de proteínas e gorduras (CARVALHO et al., 2008b). Entretanto, ainda que conhecidas como fontes de proteínas e lipídios, as castanhas-do-brasil, segundo (CARDOSO et al., 2017a), possuem menor teor de proteínas que amendoins, castanha de caju e amêndoas.

A importância do consumo de lipídios está associada a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis e carotenoides, além de ser considerado como a maior fonte de energia do organismo (CUPPARI, 2014).

O grande consumo de gorduras saturadas, está associado a complicações cardiovasculares como a aterosclerose e trombose, diabetes e cânceres, entretanto, uma dieta com determinados componentes lipídicos está relacionada a redução de patologias (COSTA; JORGE, 2011).

De acordo com (BITENCOURT, 2020), em relação ao conteúdo lipídico da castanha-do-brasil, alguns trabalhos foram encontrados com a variação do conteúdo lipídico ocorrendo entre 59,42 g 100 g⁻¹ em Santos et al., 2011 e até 74,51 g 100 g⁻¹ em Santos, 2015.

O papel dos carboidratos na alimentação é prover energia, em especial para o cérebro que é glicose-dependente (CUPPARI, 2014), e a castanha-de-galinha obteve maior teor em sua amêndoa.

O teor de umidade, que afeta a qualidade do produto, é influenciado pelos procedimentos de coleta, secagem, embalagem, período de armazenamento. Após a colheita, os processos metabólicos das castanhas continuam ativos, o que altera significativamente sua qualidade nutricional (LORINI et al., 2017). O teor de umidade das cascas foi mais alto que a das amêndoas.

É uma das principais etapas para o beneficiamento das castanhas deve ser a secagem, uma vez que esse procedimento visa reduzir o teor de umidade para cessar o crescimento de fungos, conseqüentemente micotoxinas. Logo, o *Codex Alimentarius* de 2006 recomenda que após a coleta a umidade das castanhas seja reduzida até a faixa de segurança do produto que fica entre 13 a 15% (BARRONCAS, 2020).

As fibras dietéticas por definição são parte comestíveis de plantas que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano, e fermentadas de maneira completa ou parcial no intestino grosso (BARRETO, 2017). A fibra alimentar das castanhas e segundo a legislação brasileira, RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, quando um alimento apresenta a cada 100 gramas, 3 gramas de fibra alimentar ou 2,5 gramas por porção, ele é considerado uma fonte de fibra, porém não se tem estabelecido uma porção de castanhas na legislação, pois se trata de um produto *in natura*. Logo, se estabelece a castanha pode ser considerado um alimento fonte de fibras por apresentar 3% de fibras alimentares em base seca (SILVA, 2019). Não é o caso dessas castanhas onde todas as amêndoas apresentaram valores abaixo em sua composição e não apresentou diferença significativa.

O alto teor de fibras nas cascas se justifica devido a presença de endocarpo lenhoso e fibroso, principalmente a castanha de cutia que apresenta cerca de 1,3cm de espessura composto de estruturas básicas lignocelulósicas entrecruzadas e firmemente interligadas (PESSOA et al., 2005).

Esses resíduos lignocelulósicos inclusive é muito utilizado na produção de painéis de madeira e vem sendo objeto de pesquisa para o desenvolvimento de painéis aglomerados com outros materiais como partículas de bagaço de cana-de-açúcar, fibras de bananeira, cascas de amendoim, cascas de aveia, entre outras como o ouriço da castanha-do-brasil (NOGUEIRA; LAHR; GIACON, 2018).

O consumo insuficiente de nutrientes essenciais tem sido associado as altas taxas de obesidade pois ao mesmo tempo ocorre um aumento progressivo do consumo de alimentos ultraprocessados, com isso metade da população adulta não atinge a quantidade mínima recomendada do consumo de vitaminas e minerais (CEMBRANEL et al., 2017).

Uma dieta considerada saudável, com uma ingestão diária de nozes previne o desenvolvimento de doenças crônicas, incluindo eventos cardiovasculares, diabetes do tipo 2, pressão alta, doenças neurodegenerativas, canceres. Compostos bioativos presentes nesse alimento tem a capacidade interagir influenciando positivamente na fisiologia. Alimentos como nozes numa escala de conteúdo de fotoquímicos ficam abaixo apenas de frutas e especiarias, logo, numa dieta é interessante seu consumo devido a proteção contra radicais livres, atuando como ingrediente funcional e nutracêutico (CHANG et al., 2016).

Embora altamente calóricas devido ao teor de lipídios, outros nutrientes como fibras e proteínas, o consumo diário de castanhas não promove o ganho de peso, acredita-se, devido a sensação de saciedade proporcionada que limita o consumo de outras fontes calóricas e também pela forma como é consumida. Ou seja, seu consumo *in natura* apresenta energia metabolizável menor (DE SOUZA et al., 2017).

4.1.1 Perfil de fitato

O fitato, que é considerado como um fator antinutricional também foi analisado tanto nas cascas quanto nas amêndoas, conforme resultado apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Conteúdo de fitato presente nas amêndoas e cascas em mg / 100g das castanhas de: cutia, galinha, sapucaia e brasil.

Castanhas	Fitato (mg/100g)	
	Cascas	Amêndoas
Cutia	0,05 ± 0,03 ^c	7,19 ± 0,17 ^c
Galinha	0,14 ± 0,02 ^d	2,89 ± 0,04 ^d
Sapucaia	0,24 ± 0,05 ^a	22,95 ± 0,86 ^a
Brasil	0,69 ± 0,01 ^b	19,66 ± 0,59 ^b

Legenda: A quantidade de fitato está expressa em média por desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Na Tabela 4 é possível observar que a amêndoa da castanha-de-sapucaia é a que apresenta maior teor ($22,95 \pm 0,86^a$), seguida por brasil ($19,66 \pm 0,59^b$), cutia ($7,19 \pm 0,17^c$) e a castanha-de-galinha que apresenta menor teor com ($2,89 \pm 0,04^d$). Quanto a presença de fitato nas cascas, os valores obtidos foram baixos em comparação com as amêndoas.

Representando uma classe complexa de compostos de ocorrência natural, os fosfatos, são formados durante a maturação de grãos de cereais e sementes. Em sementes de leguminosas pode estar integrado com proteínas e/ou minerais formando complexos (SILVA; SILVA, 1999).

Cerca de 60 a 90% do fósforo encontrado nas castanhas está na forma de fitato acumulado durante amadurecimento do fruto. Os teores de fitato em oleaginosas, vegetais, leguminosas, podem ser influenciados pelo tipo de solo, uso ou não de fertilizantes, irrigação, fatores genéticos, local de cultivo. O ácido fítico é considerado como um fator antinutricional reduzindo a biodisponibilidade de minerais provenientes da dieta como cálcio, magnésio, zinco, cobre, ferro e potássio. Além de afetar os minerais, o fitato também pode afetar os macronutrientes como carboidratos, lipídios e proteínas reduzindo sua biodisponibilidade no organismo (BARRETO, 2017).

Os compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas é chamado de fatores antinutricionais (FANs), presente em alimentos de origem vegetal, quando consumidos reduz o valor nutritivo e interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes (HIGASHIJIMA et al., 2019).

O termo “fator antinutricional” é usado para caracterizar compostos ou classes de compostos presentes em alguns alimentos de origem vegetal que quando consumidos tem a capacidade de reduzir o valor nutritivo destes alimentos. Podem interferir na absorção e utilização de nutrientes e quando consumidos em altas concentrações podem causar prejuízos à saúde. Nesse caso, os fitatos estão presentes principalmente em cereais e leguminosas e afeta, a suas propriedades nutricionais e funcionais (MARIA et al., 2011).

Para evitar esse efeito é recomendado realizar o remolho, cocção ou fermentação, assim a enzima fitase se torna mais ativa e capaz de hidrolisar o ácido fítico (BARRETO, 2017). O

trabalho desenvolvido por Silva e Fernandes (2011) citado por (POLICARPI, 2017), menciona que o teor de fitato nas castanhas podem ser reduzidos após torrefação.

4.2 Perfil de Minerais

Para avaliar os minerais é importante considerar sua classificação quanto a necessidade diária para consumo. De acordo com (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012), os minerais podem ser classificados em: macrominerais (magnésio, sódio, potássio, cloro e enxofre) que tem necessidade de ≥ 100 mg/dia, em microminerais (ferro, zinco, iodo, selênio, manganês, flúor, molibdênio, cobre, cromo, cobalto e boro) com necessidade de < 15 mg/dia e em elementos traço (arsênico, alumínio, estanho, níquel, vanádio e silício) com necessidade em microgramas (mcg) por dia.

É sabido que desvio padrão muito discrepante representa que as amostras são heterogêneas, entretanto ainda não se tem conhecimento de maquinário capaz de reduzir a granulometria durante a moagem das cascas para as análises serem mais precisas, logo, nas análises de minerais de amêndoas e cascas esses números serão bem evidenciados.

Os valores dos resultados referente ao perfil de minerais das amêndoas das castanhas-de-cutia, castanha-de-galinha, castanha-de-sapucaia e castanha-do-brasil estão apresentados na Tabela 5. Os dados estão expressos em média por desvio padrão.

Entre os macrominerais, a castanha que apresentou um valor alto para sódio foi a galinha com $(29,54 \pm 3,01^a)$ e a sapucaia com (0 ± 0^c) não foi encontrado.

Para o potássio, sapucaia e cutia obtiveram valores superiores com $(6713,47 \pm 75,76^a)$ e $(6286,53 \pm 155,14^b)$, respectivamente, diferente de brasil com $(5955,86 \pm 47,78^c)$ e galinha $(4980,74 \pm 41,51^d)$ com o menor valor.

Sapucaia a teve o maior valor de fósforo com $(8015,35 \pm 60,86^a)$ e galinha o menor $(2149,48 \pm 33,99^d)$.

Para a quantidade de cálcio, brasil teve a maior quantidade com $(2260,47 \pm 45,18^a)$, seguido de cutia $(2195,48 \pm 124,96^a)$, sapucaia $(1897,92 \pm 8,71^b)$ e galinha $(1171,36 \pm 14,96^c)$.

Nas castanhas o conteúdo de magnésio foi bem expressivo onde a castanha-do-brasil teve o maior valor com $(3584,98 \pm 101,50^a)$ e castanha-de-galinha o menor $(2306,52 \pm 18,68^c)$.

Tabela 5: Análise de minerais (macro e micronutrientes) em amêndoas de: cutia, galinha, sapucaia e brasil *in natura*.

Minerais	Valores das Amêndoas			
	Macrominerais (mg/100 g)			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Sódio	4,11 ± 0,40 ^b	29,54 ± 3,01 ^a	0 ± 0 ^c	4,99 ± 0,54 ^b
Potássio	6286,53 ± 155,14 ^b	4980,74 ± 41,51 ^d	6713,47 ± 75,76 ^a	5955,86 ± 47,78 ^c
Fósforo	2654,76 ± 71,33 ^c	2149,48 ± 33,99 ^d	8015,35 ± 60,86 ^a	7082,73 ± 54,65 ^b
Cálcio	2195,48 ± 124,96 ^a	1171,36 ± 14,96 ^c	1897,92 ± 8,71 ^b	2260,47 ± 45,18 ^a
Magnésio	3547,75 ± 38,72 ^a	2306,52 ± 18,68 ^c	2965,26 ± 69,60 ^b	3584,98 ± 101,50 ^a
Microminerais (mg/100g)				
Cobre	15,59 ± 0,45 ^c	10,77 ± 0,38 ^d	30,89 ± 0,75 ^a	22,22 ± 0,38 ^b
Zinco	14,08 ± 0,57 ^c	12,54 ± 0,05 ^c	54,37 ± 1,70 ^b	57,73 ± 1,73 ^a
Manganês	10,58 ± 0,15 ^c	13,50 ± 0,29 ^c	79,16 ± 2,13 ^a	22,81 ± 0,39 ^b
Ferro	66,16 ± 2,36 ^{ab}	54,33 ± 13,86 ^b	91,11 ± 13,79 ^a	69,22 ± 10,52 ^{ab}

Legenda: Os resultados estão expressos em média por desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Entre os microminerais, o teor de cobre encontrado foi mais expressivo na castanha-de-sapucaia ($30,89 \pm 0,75^a$), seguida por brasil ($22,22 \pm 0,38^b$), cutia ($15,59 \pm 0,45^c$) e por último a castanha-de-galinha ($10,77 \pm 0,38^d$) com o menor valor.

As castanhas de sapucaia ($54,37 \pm 1,70^b$) e brasil ($57,73 \pm 1,73^a$) apresentaram os maiores valores para zinco e as castanhas de cutia ($14,08 \pm 0,57^c$) e galinha ($12,54 \pm 0,05^c$) os menores valores e sem diferença significativa.

Para o teor de manganês a sapucaia obteve um resultado bem discrepante com ($79,16 \pm 2,13^a$) diferente das outras castanhas brasil ($22,81 \pm 0,39^b$), galinha ($13,50 \pm 0,29^c$) e cutia ($10,58 \pm 0,15^c$).

Quanto ao conteúdo de ferro sapucaia também obteve o maior resultado com ($91,11 \pm 13,79^a$), seguida por brasil ($69,22 \pm 10,52^{ab}$), cutia ($66,16 \pm 2,36^{ab}$) e galinha ($54,33 \pm 13,86^b$) que apresentaram resultados aproximados.

De forma geral, dentre os macrominerais os teores de potássio, fósforo e magnésio foram bem expressivos e entre os microminerais destaca-se o teor de ferro.

De acordo com (NEPA, 2011), na Tabela 6 é possível verificar os valores para os principais minerais encontrados nas castanha-do-brasil crua, castanha-de-caju torrada, salgada e amêndoa torrada e salgada.

Tabela 6: Valores dos principais minerais encontrados em castanha-do-brasil, castanha-de-caju e amêndoa encontrados na TACO.

Parâmetros por 100g	Castanha-do-brasil, crua	Castanha-de-caju, torrada, salgada	Amêndoa, torrada, salgada
Cálcio (mg)	146	33	237
Magnésio (mg)	365	237	222
Manganês (mg)	1,10	1,59	1,95
Fosforo (mg)	853	594	493
Ferro (mg)	2,3	5,2	3,1
Sódio (mg)	1	125	279
Potássio (mg)	651	671	640
Cobre (mg)	1,79	1,92	0,93
Zinco (mg)	4,2	4,7	2,6

Fonte: (NEPA, 2011)

Os minerais têm sua importância no combate as carências nutricionais e as castanhas apresentam um teor considerável de diversos tipos, com destaque para ferro, cálcio, zinco e selênio, sendo o ferro e cálcio relevante para a saúde coletiva no combate as carências, e zinco e selênio como parte do sistema de defesa antioxidante do organismo. Boa quantidade de potássio e baixa concentração de sódio em nozes e sementes, favorece o controle da pressão arterial e hidroeletrolítico (FREITAS; NAVES, 2010).

De acordo com a literatura, a castanha-do-brasil, assim como a castanha-de-caju, apresenta boas concentrações de magnésio, cobre e zinco, se comparada com outros alimentos similares e baixa concentração de ferro (CARDOSO et al., 2017a).

A falta de ferro é considerada como uma das deficiências de micronutrientes mais comuns no mundo, afeta mais de 30% da população mundial, principalmente mulheres e crianças. A anemia causada pela deficiência de ferro, de acordo com dados de mortalidade da Organização mundial da Saúde (OMS) causa 17 mil mortes por ano. A presença de ferro no organismo atua em processos metabólicos, está presente no tecido muscular, síntese de DNA, produção de energia entre outras funções, sua deficiência está relacionada com depressão, redução do desempenho físico e cognitivo e fadiga (PINHEIRO; GOMES; BALTAZAR, 2020).

Alguns outros valores de minerais da castanha-do-brasil, para efeito de comparação, também foram encontrados por Gonçalves et al., 2002, que apresentou para o fósforo, o cálcio, o magnésio, o potássio, o zinco, o manganês e o cobre, com os seguintes teores médios em miligramas por 100 g de matéria seca: 564,50; 206,75; 312,50; 514,75; 7,10; 6,86 e 1,17, respectivamente (DA SILVA; ASCHERI; DE SOUZA, 2010).

Considerado como o mineral mais comum no organismo humano, o cálcio, está presente na mineralização de ossos e dentes, contração muscular, cofator da cascata de coagulação sanguínea, altera o balanço entre a síntese e a utilização de lipídios favorecendo a lipogênese, entre outros (LEÃO; DOS SANTOS, 2012).

E o zinco está envolvido com o sistema imunológico, cognição e crescimento, tem função estrutural, atua na atividade de neurônios e memória. Sua deficiência reflete em retardo de crescimento e desenvolvimento cerebral prejudicado (LEÃO; DOS SANTOS, 2012).

A Tabela 7 apresenta o resultado de todos os outros micronutrientes analisados nas amêndoas estudadas.

Tabela 7: Micronutrientes encontrados nas amêndoas das castanhas de Cutia, Galinha, Sapucaia e Brasil.

Minerais	Valores			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Boro (mg/kg)	11,10 ± 0,13 ^a	8,28 ± 0,22 ^b	9,80 ± 0,20 ^c	10,72 ± 0,25 ^a
Rubídio (mg/kg)	24,70 ± 0,74 ^c	29,62 ± 1,14 ^d	64,79 ± 0,23 ^a	43,38 ± 1,50 ^b
Lítio (mg/kg)	79,39 ± 11,61 ^b	110,06 ± 10,02 ^a	72,45 ± 5,05 ^b	80,10 ± 7,99 ^b
Titânio (mg/kg)	721,72 ± 821,74 ^a	452,20 ± 45,62 ^a	225,02 ± 64,51 ^a	182,85 ± 55,24 ^a
Escândio (ng/g)	34,25 ± 0,43 ^b	53,57 ± 2,58 ^a	8,21 ± 2,40 ^c	29,62 ± 3,04 ^b
Molibdênio (ng/g)	ND	ND	ND	ND
Estanho (ng/g)	588,89 ± 293,07 ^c	6687,05 ± 1004,45 ^a	4639,72 ± 960,03 ^b	ND
Níquel (ng/g)	451,65 ± 35,00 ^d	1939,45 ± 45,03 ^a	1602,00 ± 14,35 ^b	1115,59 ± 89,88 ^c
Vanádio (ng/g)	19,64 ± 4,11 ^b	43,83 ± 9,52 ^a	30,07 ± 6,32 ^{ab}	20,72 ± 5,92 ^b
Cobalto (ng/g)	34,26 ± 5,13 ^c	731,46 ± 229,80 ^a	1791,22 ± 17,84 ^a	289,79 ± 15,49 ^b
Cromo (ng/g)	256,79 ± 23,26 ^c	916,77 ± 131,94 ^a	470,76 ± 11,38 ^a	424,00 ± 23,39 ^a
Antimônio (ng/g)	308,85 ± 14,01 ^b	938,32 ± 243,26 ^a	722,64 ± 125,13 ^a	731,46 ± 229,80 ^a

Lenda: Não detectável (<0,01mg/kg). Os resultados estão expressos em média por desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa (p <0,05).

Para esses microminerais, a castanha-de-galinha se destacou apresentando os maiores teores de lítio (110,06 ± 10,02^a), escândio (53,57 ± 2,58^a), estanho (6687,05 ± 1004,45^a), níquel (1939,45 ± 45,03^a), vanádio (43,83 ± 9,52^a), cobalto (731,46 ± 229,80^a), cromo (916,77 ± 131,94^a) e antimônio (938,32 ± 243,26^a).

A castanha-de-sapucaia apresentou o maior valor para rubídio ($64,79 \pm 0,23^a$) e cobalto ($1791,22 \pm 17,84^a$). E a castanha-de-cutia o maior teor de boro ($11,10 \pm 0,13^a$).

Quanto ao teor de titânio, de acordo com a análise estatística não apresentou diferença significativa para cutia ($821,74^a$), galinha ($452,20 \pm 45,62^a$), sapucaia ($225,02 \pm 64,51^a$) e brasil ($182,85 \pm 55,24^a$).

E conteúdo de molibdênio não foi detectável ($<0,01$ mg/kg) nas amêndoas das castanhas.

Saber a importância do consumo de determinado alimento é bom a fim de identificar benefícios para a saúde, entretanto, o fator biodisponibilidade precisa ser considerado quanto à absorção de minerais, após a ingestão do alimento. Minerais como ferro, cromo e manganês possuem baixa disponibilidade quando provenientes de alimentos, já o sódio e o potássio, possuem alta biodisponibilidade (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

4.2.1 Perfil de Selênio

Para verificar se o mesmo conteúdo de selênio presente nas amêndoas também é encontrado nas cascas, elas foram analisadas e na Tabela 8 é possível ver que a castanha-do-brasil também apresenta maior teor de selênio na sua casca diferente das outras castanhas (cutia, galinha e sapucaia), mesmo assim não é tão significativo quanto sua amêndoa.

Tabela 8: Quantitativo do teor de Selênio (mg / kg) nas amostras de amêndoas e cascas, *in natura*, das castanhas de: brasil, sapucaia, cutia e galinha

Castanhas	Selênio (mg/kg)		Recomendação
	Amêndoa	Casca	
Brasil	$147,79 \pm 4,02^a$	$2,69 \pm 0,71^a$	*Adultos: 50 a 200 $\mu\text{g}/\text{dia}^1$
Sapucaia	$15,09 \pm 0,50^b$	$1,64 \pm 0,06^{ab}$	
Cutia	$3,82 \pm 0,58^c$	$0,81 \pm 0,29^b$	
Galinha	$3,80 \pm 0,81^c$	$1,48 \pm 0,61^{ab}$	

Legenda: Os resultados estão expressos em médio por desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Fonte*: (DONADIO et al., 2016).

Como é possível observar na tabela acima, a amêndoa da castanha-do-brasil tem a maior quantidade de selênio dentre as castanhas analisadas, com um teor de ($147,79 \pm 4,02^a$), seguida por sapucaia com ($15,09 \pm 0,50^b$), cutia com ($3,82 \pm 0,58^c$) e galinha com ($3,80 \pm 0,81^c$), sendo que cutia e galinha não apresentaram diferença significativa.

Quanto as cascas, a castanha-do-brasil apresentou maior teor com ($2,69 \pm 0,71^a$) e a castanha-de-cutia ($0,81 \pm 0,29^b$), o menor valor.

A castanha-do-brasil é o alimento com a maior quantidade de selênio conhecida até hoje na forma de selenometionina. A quantidade de ingestão diária necessária seria de e 50 a 200 µg/dia para adultos considerando possível influencia na dieta e metabolismo (DONADIO et al., 2016).

De acordo com (BARRONCAS, 2020), o selênio é o principal mineral encontrado na castanha-do-Brasil e a sua concentração depende da área na qual o castanhal está localizado. O consumo de uma amêndoa de 5 gramas oriunda de uma área com alta concentração de selênio atende a dose recomendada de 30 µg diária. O limite aceitável de ingestão de selênio é de 400 µg e o limite de toxicidade de 1200 µg.

O selênio é um oligoelemento, um mineral, que protege contra o dano causado pelo estresse oxidativo, logo, sua ingestão reduz o risco de doenças crônicas oriundas da inflamação e estado oxidativo associados a síndrome metabólica (VOLP et al., 2010).

As principais funções são a participação no metabolismo de hormônios tireoidianos, função antioxidante, proteção contra metais pesado e xenobióticos e redução do isco de doenças crônicas não transmissíveis. Sua deficiência é pouco notada, mas está relacionada com sintomas clínicos inespecíficos como cansaço, dores nas articulações, falta de concentração, fraqueza muscular, unhas e cabelos fracos e quebradiços (DONADIO et al., 2016).

Tem atuação no sitio ativo da enzima antioxidante glutationaperoxidase que tem atuação no interior da célula convertendo compostos tóxicos em não tóxicos, o que auxilia na redução de radicais livres fortalecendo as defesas do organismo, logo a ingestão de selênio na alimentação é bastante recomendada (GRECO, 2016).

A presença do selênio tem a capacidade de retardar o envelhecimento e estimular o sistema imunológico. A combinação de selênio com fitoquímicos também presentes na castanha atuam como antioxidantes e antiproliferativos, ou seja, ou nutrientes presentes na castanha tem a capacidade de atuar isolados ou em combinação, logo uma dieta com inclusão de castanhas teria a capacidade de otimizar os benefícios gerais e reduzir o risco de doenças crônicas (YANG, 2009).

É importante salientar que o valor nutritivo de qualquer alimento não pode ser estabelecido apenas com base nos seus constituintes, pois o que determina a qualidade nutricional é o equilíbrio entre seus constituintes, tamanho das partículas, forma química dos nutrientes, interações entre os nutrientes da dieta, presença de fatores antinutricionais no alimento, o estado fisiológico do indivíduo, a forma como o alimento é preparado, armazenado (VIZEU; FEIJÓ; CAMPOS, 2005).

4.2.2 Perfil de minerais das cascas das Castanhas

Devido à falta de tecnologia de beneficiamento da castanha-de-cutia, a inserção da espécie no mercado é bem pequena, ainda que tenha um alto potencial de comercialização (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004).

A casca da castanha-de-cutia de acordo com (PESSOA; ASSIS; BRAZ, 2004), tem comportamento viscoelástico e característica hidrofóbica e acredita-se que seja devido as fibras compactadas. Em um teste as cascas foram imersas em água por 24 horas à temperatura ambiente e não apresentou sinais de desidratação.

Representando cerca de 60% do volume total da fruta, a casca da castanha-de-cutia é constituída por fibras insolúveis, que pode ser encontra na forma de hemicelulose, celulose e lignina (BARRETO, 2017). Não apresenta valor nutritivo, podendo ser utilizada para fins industriais, devido ao alto teor de lignina que a torna resistente a compressão e menos biodisponível ao substrato. (ASSIS; PESSOA, 2009).

Sendo assim, as características físico químicas e de minerais das cascas permitem que estas sejam utilizadas em industrias para obtenção de carvão vegetal como sugere (ASSIS; PESSOA, 2009), uma vez que apresentam um alto teor de fibras, e pode ser utilizada também como resíduos agrícolas ou materiais para construção civil, o que favorece a preocupação ambiental (ASSIS; PESSOA, 2009).

A Tabela 9 é apresenta os principais minerais encontrados nas cascas das castanhas de Cutia, Galinha, Sapucaia e Brasil.

Tabela 9: Minerais encontrados nas cascas das castanhas de cutia, galinha, sapucaia e brasil.

Minerais	Casca das Castanhas			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Sódio (mg/kg)	0 ± 0 ^c	46,62 ± 7,58 ^a	24,41 ± 2,78 ^b	20,76 ± 5,08 ^b
Potássio (mg/kg)	3670,49 ± 162,94 ^b	2816,25 ± 31,94 ^c	3620,52 ± 150,97 ^b	5527,53 ± 152,96 ^a
Magnésio (mg/kg)	218,40 ± 15,03 ^c	446,11 ± 5,37 ^b	866,87 ± 34,03 ^a	418,03 ± 20,44 ^b
Cálcio (mg/kg)	686,09 ± 39,57 ^c	521,13 ± 9,27 ^c	4669,49 ± 223,22 ^a	1834,16 ± 98,17 ^b
Manganês (mg/kg)	NQ [*]	8,57 ± 0,43 ^c	16,50 ± 0,87 ^a	22,29 ± 0,40 ^b
Ferro (mg/kg)	682,39 ± 278,42 ^a	328,15 ± 59,91 ^{ab}	93,27 ± 8,40 ^b	56,86 ± 3,63 ^b
Zinco (mg/kg)	6,31 ± 0,11 ^c	9,49 ± 0,30 ^b	21,48 ± 1,49 ^a	11,12 ± 0,84 ^b
Cobre (mg/kg)	4,34 ± 0,26 ^c	2,53 ± 0,08 ^d	14,48 ± 0,35 ^a	7,16 ± 0,13 ^b
Fósforo (mg/kg)	17,28 ± 3,65 ^c	222,69 ± 5,88 ^d	744,41 ± 4,93 ^a	368,46 ± 14,48 ^b
Boro (mg/kg)	11,66 ± 1,66 ^{ab}	10,52 ± 0,46 ^b	13,40 ± 1,04 ^a	12,65 ± 0,54 ^{ab}
Rubídio (mg/kg)	14,52 ± 1,13 ^c	21,12 ± 1,75 ^{bc}	32,30 ± 3,64 ^a	27,69 ± 4,49 ^{ab}
Lítio (mg/kg)	220,97 ± 30,79 ^a	221,81 ± 35,05 ^a	213,67 ± 30,08 ^a	174,34 ± 88,36 ^a
Titânio (mg/kg)	3980,02 ± 566,23 ^a	3587,07 ± 1560,18 ^{ab}	1475,85 ± 353,09 ^b	2412,27 ± 530,69 ^{ab}
Escândio (ng/g)	138,23 ± 11,83 ^a	139,01 ± 6,22 ^a	108,64 ± 19,51 ^b	111,76 ± 4,91 ^b
Molibdênio (ng/g)	388,23 ± 79,62 ^a	450,04 ± 53,87 ^a	539,21 ± 121,36 ^a	436,12 ± 34,43 ^a
Estanho (ng/g)	100,52 ± 87,89 ^a	130,93 ± 161,94 ^a	6851,70 ± 5183,30 ^a	15883,99 ± 2848,19 ^a
Níquel (ng/g)	7420,05 ± 297,25 ^b	17887,95 ± 1406,15 ^a	422,50 ± 132,99 ^c	645,53 ± 216,97 ^c
Vanádio (ng/g)	213,88 ± 22,85 ^a	197,19 ± 5,69 ^{ab}	148,21 ± 34,78 ^{bc}	140,35 ± 8,68 ^c
Cobalto (ng/g)	189,36 ± 10,48 ^b	174,10 ± 33,40 ^b	956,31 ± 14,20 ^a	128,74 ± 31,92 ^b
Cromo (ng/g)	2256,45 ± 282,74 ^a	2270,64 ± 891,14 ^a	1113,03 ± 542,56 ^b	854,68 ± 121,75 ^b
Antimônio (ng/g)	603,58 ± 138,75 ^a	873,95 ± 425,52 ^a	601,78 ± 272,65 ^a	1031,43 ± 801,15 ^a

***Legenda:** NQ - Não quantificável (< 0,10 mg / Kg). Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa (p <0,05).

Os resultados dispostos na Tabela 9 mostraram que a castanha-de-cutia obteve maior valor para ferro ($682,39 \pm 278,42^a$), titânio ($3980,02 \pm 566,23^a$), vanádio ($213,88 \pm 22,85^a$), escândio ($138,23 \pm 11,83^a$) e cromo ($2256,45 \pm 282,74^a$). Estes dois últimos com resultados bem aproximados com a casca da galinha.

A castanha-de-galinha, apresentou maior quantidade de sódio ($46,62 \pm 7,58^a$), níquel ($17887,95 \pm 1406,15^a$), escândio ($139,01 \pm 6,22^a$) e cromo ($2270,64 \pm 891,14^a$).

A casca da castanha-de-sapucaia obteve maiores teores para a maioria dos minerais com magnésio ($866,87 \pm 34,03^a$), cálcio ($4669,49 \pm 223,22^a$), manganês ($16,50 \pm 0,87^a$), zinco ($21,48 \pm 1,49^a$), cobre ($14,48 \pm 0,35^a$), fósforo ($744,41 \pm 4,93^a$), boro ($13,40 \pm 1,04^a$), rubídio ($32,30 \pm 3,64^a$) e cobalto ($956,31 \pm 14,20^a$).

Para lítio, molibdênio, estanho e antimônio, não ocorreu diferença significativa entre as amostras de acordo com a estatística.

E a castanha-do-brasil apenas apresentou maior teor de potássio com ($5527,53 \pm 152,96^a$). Mesmo na castanha-do-brasil, das Lecythidaceae, que apresentam a casca mais fina que as da família das Chrysobalanaceae, um dos defeitos encontrados é o inconveniente para abrir e extrair a amêndoa, pois é difícil separar sem que a amêndoa se quebre em diversos pedaços (PESCE, 2009).

4.2.3 Metais Pesados

“Metais pesados” é o termo utilizado para elementos metálicos e com densidade superior a 5 g/cm^3 . As principais propriedades desses elementos é a capacidade de reatividade, uma vez que diversas reações químicas não metabolizáveis, e bioacumulação, onde permanece em caráter cumulativo ao longo da cadeia alimentar. Essa classificação de metais pesados é composta por chumbo (Pb), cádmio (Cd), níquel (Ni), cobalto (Co), ferro (Fe), zinco (Zn), crômio (Cr), arsênio (As), prata (Ag). Alguns não apresentam nenhuma função biológica conhecida, como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) (SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018). Na Tabela 10 está disposto o conteúdo de metais pesados encontrados nas cascas das castanhas.

A casca da castanha-de-sapucaia apresentou o maior valor para estrôncio ($73,88 \pm 4,79^a$), bário ($1090,34 \pm 98,58^a$) e cádmio ($271,60 \pm 33,58^a$). A de cutia maior valor para alumínio com ($34,37 \pm 4,41^a$).

Tabela 10: Valores dos principais contaminantes encontrados nas cascas das castanhas de: cutia, galinha, sapucaia e brasil.

Metais Pesados	Cascas das castanhas			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Alumínio (mg/kg)	34,37 ± 4,41 ^a	21,29 ± 0,99 ^b	11,97 ± 2,43 ^c	7,89 ± 0,50 ^c
Estrôncio (mg/kg)	5,04 ± 0,30 ^c	5,91 ± 0,05 ^c	73,88 ± 4,79 ^a	29,77 ± 1,34 ^b
Bário (mg/kg)	1,39 ± 0,61 ^b	0,65 ± 0,13 ^b	1090,34 ± 98,58 ^a	20,83 ± 0,90 ^b
Chumbo (ng/g)	19181,19 ± 6150,14 ^a	11189,74 ± 2228,21 ^a	18339,76 ± 10977,54 ^a	29545,33 ± 6642,39 ^a
Arsênio (ng/g)	ND	11,22 ± 19,43 ^a	ND	354,37 ± 380,32 ^a
Cádmio (mg/kg)	33,88 ± 29,82 ^b	69,29 ± 44,44 ^b	271,60 ± 33,58 ^a	78,01 ± 51,86 ^b

Legenda: Não detectável (<0,01mg/kg). Os resultados estão expressos em média por desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa (p <0,05).

A casca da castanha-de-sapucaia apresentou o maior valor para estrôncio (73,88 ± 4,79^a), bário (1090,34 ± 98,58^a) e cádmio (271,60 ± 33,58^a). A de cutia maior valor para alumínio com (34,37 ± 4,41^a).

Os metais chumbo e arsênio não apresentaram, estatisticamente, diferença significativa entre as cascas. Na Tabela 11 é possível verificar a presença de metais pesados nas amêndoas.

Tabela 11: Valores dos principais contaminantes encontrados nas amêndoas das castanhas de: cutia, galinha, sapucaia e brasil.

Metais Pesados	Amêndoas das castanhas			
	Cutia	Galinha	Sapucaia	Brasil
Alumínio (mg/kg)	3,35 ± 1,03 ^a	3,62 ± 0,30 ^a	9,23 ± 10,59 ^a	3,98 ± 1,14 ^a
Estrôncio (mg/kg)	6,79 ± 0,12 ^b	8,03 ± 0,08 ^b	123,29 ± 1,32 ^a	116,66 ± 5,20 ^a
Bário (mg/kg)	0,48 ± 0,07 ^b	1,16 ± 0,22 ^b	1460,74 ± 19,22 ^a	14,39 ± 0,37 ^b
Chumbo (ng/g)	43,49 ± 56,83 ^b	23,93 ± 41,44 ^b	348,88 ± 65,59 ^a	79,82 ± 78,50 ^b
Arsênio (ng/g)	93,36 ± 102,04 ^a	34,93 ± 60,50 ^a	136,25 ± 118,31 ^a	89,79 ± 61,39 ^a
Cádmio (mg/kg)	24,84 ± 4,37 ^b	19,46 ± 18,83 ^b	325,33 ± 6,39 ^a	21,46 ± 10,70 ^b

Legenda: Os resultados estão expressos em média por desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença estatisticamente significativa (p <0,05).

Quanto ao conteúdo de metais pesados presente nas amêndoas das castanhas, a castanha-de-sapucaia apresentou o maior valor para estrôncio (123,29 ± 1,32^a), bário (1460,74 ± 19,22^a), chumbo (348,88 ± 65,59^a), cádmio (325,33 ± 6,39^a).

Alumínio e Arsênio não apresentaram, estatisticamente, diferença significativa entre as amostras.

Ainda que todos os metais sejam tóxicos, muitos deles são elementos essenciais que garantem variados processos metabólicos, dependendo de alguns fatores como a quantidade absorvida. Exceto arsênio, cádmio e chumbo que até o presente momento não tem relatos de sua essencialidade (SOUZA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2009).

É relevante mencionar que as concentrações mais elevadas de metais pesados são encontradas em áreas próximas de complexos industriais urbanos e áreas de agricultura tecnificada onde os solos são poluídos com chumbo, cádmio, níquel, prata e outros metais pesados (LIMA; ROSSIGNOLO, 2010).

O acúmulo de metais tóxicos, como bário (Ba) e estrôncio (Sr), e de elementos cancerígenos como o Rádio (Ra), pode ser significativo na castanha-do-brasil. É importante considerar que o Bário é um metal alcalino e não existe a natureza em sua forma elementar, mas em combinação com outros elementos. Quando presente em sais solúveis, dependendo de sua forma química, pode ser tóxico (CARDOSO et al., 2017a).

Para avaliação dos metais pesados foi considerado os parâmetros da Instrução Normativa nº 88 de 2021, nela tem a relação dos Limites Máximo tolerados de contaminantes nos alimentos e está disposto na tabela abaixo os específicos para a castanha-do-brasil (ANVISA - MS, 2021), conforme Tabela 12.

Tabela 12: Limite Máximo tolerado de contaminantes encontrados em castanhas

Contaminantes		LMT (mg/kg)
Arsênio		0,80
Chumbo	Castanhas, incluindo nozes, pistaches, avelãs, macadâmia e amêndoas	0,80
Cobre		10,0

Fonte: (ANVISA - MS, 2021)

Os valores encontrados na farinha das amêndoas para arsênio e chumbo estão, baixos, dentro do limite máximo tolerado.

4.3 Análise de micotoxinas

A análise micotoxicológica não identificou a presença das aflatoxinas (AFG2, AFG1, AFB2 e AFB1) nas amostras de amêndoas e cascas como é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13: Resultados da análise de aflatoxinas das amêndoas e das cascas das Castanhas de cutia, galinha, sapucaia e brasil.

Castanha	Teor (ng/l)				Teor (mg/kg)			
	Casca				Amêndoa			
	G2	G1	B2	B1	G2	G1	B2	B1
Cutia	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Galinha	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sapucaia	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Brasil	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Legenda: ND = Não detectável (<0,01mg/kg).

Os níveis das AF encontrados ficaram abaixo de <0,01 mg/kg, que é o limite de detecção do método. Assim todas as amostras apresentavam-se aptas ao consumo o considerando a legislação de aflatoxinas para castanha-do-brasil, de acordo com a Resolução – RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011, que determina os Limites Máximos Tolerados (ANVISA - MS, 2011).

Uma das barreiras entre a coleta e a comercialização nos mercados internos e externos é, principalmente, a contaminação por fungos produtores de aflatoxinas, como as do gênero *Aspergillus* da Secção Flavi, a presença deles demonstra pouca qualidade microbiológica, o que possivelmente estaria relacionado com as condições inadequadas de processamento durante a coleta (LORINI et al., 2017; RIBEIRO et al., 2020).

As causas da contaminação das castanhas, por fungos produtores de aflatoxinas, podem estar relacionadas com as condições climáticas, com a umidade e temperatura altas, cadeia produtiva que apresenta baixo nível tecnológico, contato por período prolongado do ouriço, após a queda, no solo durante estação chuvosa da Floresta Amazônica (RODRIGUES, 2016).

Entre as castanhas comestíveis, a castanha-do-brasil, é o único produto coletado extrativamente das florestas, logo, apresenta um grande desafio microbiológico para redução da carga/ proliferação de fungos toxigênicos, pois as Boas Práticas Agrícolas não são aplicáveis durante os procedimentos de coleta podendo ocorrer infecção e proliferação de fungos, resultando em possível desenvolvimento de micotoxinas (RIBEIRO et al., 2016).

As castanhas-do-brasil contaminadas com aflatoxinas gera prejuízos econômicos para toda cadeia produtiva e a exposição humana as micotoxinas se torna um componente crucial de saúde pública, uma vez que a castanha-do-brasil é um dos 10 produtos com maior índice de contaminação por aflatoxinas (RODRIGUES, 2016).

Nas amostras analisadas não foi necessário realizar intervenções pós-colheita para controle de microrganismos. Porém, intervenções para controle de fungos produtores podem

ser realizadas com ozônio (FREITAS-SILVA; MORALES-VALLE; VENÂNCIO, 2013) hipoclorito de sódio e ácido peracético (RIBEIRO et al., 2020), oxido de propileno, vapor e irradiação (RIBEIRO et al., 2016). Alguns destes métodos podem resultar em mudanças nas características sensoriais do produto, tornando-o inviável para o consumo (RIBEIRO et al., 2016). Entretanto, dentre essas tecnologias, o ozônio é uma alternativa que não deixa resíduos nos alimentos durante a desinfecção (FREITAS-SILVA; MORALES-VALLE; VENÂNCIO, 2013; SOUZA et al., 2020).

A garantia da redução dos riscos de contaminação de fungos/micotoxinas se dá pela implantação de boas práticas durante todo o manuseio, processamento, armazenamento e por consequente sua distribuição (LORINI et al., 2017).

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de pesquisas que visem conhecer a potencialidade das espécies aqui estudadas é de fundamental importância para a promoção delas. A fim de que as mesmas saiam do âmbito da invisibilidade e possam se tornar protagonistas para o setor farmacêutico, cosmético, produção de alimentos, aproveitamento agroindustrial, e melhorar a fonte de renda para a população regional.

As poucas informações vinculadas sobre as espécies, principalmente as da família da *Chrysobalanaceae*, castanha-de-cutia e castanha-de-galinha, e a castanha-de-sapucaia da família da *Lecythidaceae* limitam o seu total aproveitamento. Ainda que sejam conhecidas e utilizadas regionalmente.

O valor nutricional das castanhas é um grande atrativo ao consumo e as espécies, castanha-de-cutia (675,7), castanha-de-galinha (627,87), castanha-de-sapucaia (672,19) e castanha-do-brasil (620,23), apresentaram em sua amêndoa valor calórico (kcal/100 g) bem próximos.

Em relação ao perfil de minerais, a concentração de selênio na amêndoa da castanha-do-brasil, foi extremamente superior que as demais castanhas. Já o conteúdo de fitato, que embora tenha apresentado boa quantidade na castanha-do-brasil em detrimento das outras castanhas, o seu consumo pode ser reduzido se for realizado o tratamento antes do consumo nas amêndoas, como o remolho e a cocção.

Para as cascas das castanhas uma problemática encontrada no trabalho foi a falta de conhecimento de maquinário que reduza a granulometria durante a moagem das cascas, tornou a análise pouco precisa.

A análise micotoxicológica realizada com as amêndoas e cascas não foi encontrado a produção de micotoxinas, o que comprometeria o consumo caso fosse encontrado, configurando risco de saúde pública.

Por fim, para o consumo das amêndoas, uma alimentação com a inclusão de castanhas pode ser considerada uma alternativa, uma vez que sua composição nutricional colabora para a redução do estresse oxidativo e inflamação um dos precursores do desenvolvimento da obesidade e outras doenças crônicas como evidenciado nos artigos. Logo, inserir castanhas na alimentação promoveria saciedade e proteção contra radicais livres.

Portanto, o intuito do trabalho foi promover o resgate de espécies desconhecidas e consequentemente sua valorização colaborando para a segurança alimentar mesmo assim ainda são necessárias novas pesquisas com a temática, inclusive sobre outros vieses para melhor conhecimento das espécies, descoberta de benefícios potenciais a saúde e consequentemente sua valorização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. N. DE et al. Evolução da produção e preço dos principais produtos florestais não madeireiros extrativos do Brasil. **Cerne**, v. 15, n. 3, p. 282–287, 2009.

AMORIM, M. T. et al. Caracterização microbiológica de fungos em castanhas de caju e castanhas do Pará comercializadas no mercado do Ver-o-Peso, Belém-PA, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 39608–39617, 2020.

ANVISA - MS. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**, 2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc>

ANVISA - MS. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC Nº 07, de 18 de fevereiro de 2011** Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2011.

ANVISA - MS. **Instrução Normativa - IN Nº 88, de 26 de Março de 2021** Agência Nacional

de **Vigilância Sanitária - ANVISA**, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-88-de-26-de-marco-de-2021-311655598>>. Acesso em: 21 maio. 2021

AOAC. **AOAC internacional - Official Methods of Analysis**, 1998. (Nota técnica).

AOAC. AOAC-Association of Official Analytical Chemists. In: 18. ed. [s.l: s.n.].

ASSIS, O. B. G.; PESSOA, J. D. C. An evaluation of fibrous structure and physical characteristics of Cutia nut (*Couepia edulis* Prance) shell. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 981–986, 2009.

BARRETO, N. M. B. **Teores de compostos fenólicos, minerais, fitato e fibra alimentar em feijões pretos (*Phaseolus vulgaris* L.) orgânico e convencional**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

BARRONCAS, J. S. **A secagem no processamento da castanha-do-brasil como ferramenta de prevenção da contaminação por aflatoxinas**. [s.l.] Universidade Federal do Amazonas, 2020.

BITENCOURT, M. A. F. Isotermas de dessecção, secagem e caracterização nutricional das amêndoas das Castanha-do-Brasil da Região Amazônica. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Rio Verde; Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação; Programa de Pós-Graduação em Ciências Tecnologia de Alimentos**, p. 63, 2020.

BRAGA, L. F. et al. Caracterização morfométrica de sementes de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess. - Lecythidaceae). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 111–116, 2007.

BRASIL, M. DA S. **04/3 – Dia Mundial da Obesidade**. Disponível em: <<http://bvsmis.saude.gov.br/ultimas-noticias/3134-04-3-dia-mundial-da-obesidade>>.

BROSE, M. E. Cadeias produtivas sustentáveis no desenvolvimento territorial: a castanha na Bolívia e no Acre, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 1, p. 77–86, 2016.

BURATTO, A. P. et al. Determinação da atividade antioxidante e antimicrobiana em Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 2, n. January 2011, p. 60–65, 2011.

CARDOSO, B. R. et al. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. **Food Research International**, v. 100, n. March, p. 9–18, 2017a.

CARDOSO, D. et al. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 2017b.

CARVALHO, M. G. DE. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.

CARVALHO, M. G. DE et al. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia Evaluation of some physical and nutritional parameters of almonds of chichá, sapucaia and castanha-do-gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 517–523, 2008a.

CARVALHO, M. G. et al. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de sapucaia and castanha-do-gurguéia Material e métodos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, p. 517–523, 2008b.

CASTRO, I. M. DE; ANJOS, M. R. DOS; TEIXEIRA, A. DA S. Análise de Aflatoxinas B1, G1, B2 e G2 em Castanha-do-Brasil, Milho e Amendoim Utilizando Derivatização Pós-Coluna no Sistema Cromatográfico CLAE/ Kobra-Cell® /DFL. **Comunicado Técnico 198 - Embrapa**, n. 0103 5231, p. 1–6, 2013.

CEMBRANEL, F. et al. Relação entre consumo alimentar de vitaminas e minerais, índice de massa corporal e circunferência da cintura: Um estudo de base populacional com adultos no Sul do Brasil. **Cadernos de Saude Publica**, v. 33, n. 12, p. 1–17, 2017.

CHANG, S. K. et al. Nuts and their co-products: The impact of processing (roasting) on phenolics, bioavailability, and health benefits - A comprehensive review. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 88–122, 2016.

CHUNG, K. H. et al. Chemical composition of nuts and seeds sold in Korea. **Nutrition Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 82–88, 2013.

CORRÊA, M. M. Morfoanatomia foliar de Chrysobalanaceae R. Br. da Reserva Florestal Adolpho Ducke. **Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica – PPG/DB**, p. 78, 2013.

COSTA-SINGH, T.; BITENCOURT, T. B.; JORGE, N. Caracterização e compostos bioativos do óleo da castanha-de-cutia (*Couepia edulis*). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 61–68, 2012.

COSTA, D. A. DA. **Qualidade da castanha-do-brasil após o uso de secador de ar por convecção natural**. [s.l.] Universidade Federal do Acre, 2012.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas Saúde**, v. 13, n. 3, p. 195–204, 2011.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 5. ed. ed. Barueri, SP: [s.n.].

- CUPPARI, L. **Guia de nutrição : clínica no adulto**. 3^a ed. Barueri, SP: Nestor Schor, 2014.
- DA SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; DE SOUZA, J. M. L. Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-Brasil. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 445–450, 2010.
- DE CARVALHO, I. M. M. et al. Caracterização química da castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) da região da zona da mata mineira. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 971–977, 2012.
- DE SOUZA, J. M. L. **Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despelculadas sobre propriedades das frações proteica e lipídica de Castanha-do-Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Pelotas, 2013.
- DE SOUZA, R. G. M. et al. Nuts and human health outcomes: A systematic review. **Nutrients**, v. 9, n. 12, 2017.
- DEMOLINER, F. et al. Sapucaia nut (*Lecythis pisonis* Cambess) and its by-products: A promising and underutilized source of bioactive compounds. Part I: Nutritional composition and lipid profile. **Food Research International**, v. 108, n. October 2017, p. 27–34, 2018.
- DONADIO, J. L. S. et al. Selênio. In: MANOLE (Ed.). . **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 5^a ed. Barueri, SP: [s.n.]. p. 761–821.
- DYER, G. A. A Primer on Seed and Nut Biology, Improvement, and Use. In: ELSEVIER INC (Ed.). . **Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention**. 1. ed. [s.l.: s.n.]. p. 5–13.
- ELIAS, G. A.; SANTOS, R. DOS. Non-timber forest products and sustainable exploration potential in a tropical rain forest in Santa Catarina State, Brazil. **Ciencia Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249–262, 2016.
- EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. Fruteiras Nativas da Amazônia - II. **Embrapa Amazônia Ocidental - MAPA**, n. 92, p. 29–30, 2003.
- FAO. **Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos 3. Ejemplos de America Latina**. [s.l.: s.n.].
- FEITOSA, E. A.; XAVIER, H. S.; RANDAU, K. P. Chrysobalanaceae: Traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n. 5, p. 1181–1186, 2012.
- FREITAS-SILVA, O.; MORALES-VALLE, H.; VENÂNCIO, A. Potential of Aqueous Ozone to Control Aflatoxigenic Fungi in Brazil Nuts. **ISRN Biotechnology**, v. 2013, p. 1–6, 17 jul. 2013.
- 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, 2011.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 269–279, 2010.

GOVAERTS, R. **WCSP: World Checklist of Selected Plant Families (version Aug 2017)**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 16 abr. 2020.

GRECO, A. DOS S. **Desenvolvimento de método analítico para determinação de selênio em castanhas do cerrado por espectrometria de absorção atômica com geração de hidreto**. [s.l.] Universidade Federal da Grande Dourados, 2016.

HASSLER, M. **World Plants: World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov 2018)**. In: **Species 2000 & ITIS Catalogue of Life**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 16 abr. 2020.

HIGASHIJIMA, N. S. et al. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, n. 11, p. 1–16, 2019.

IBGE. Produção da extração vegetal e da silvicultura. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**, v. 31, p. 1–54, 2016.

IBGE - GEOCIÊNCIAS. **IBGE atualiza Mapa da Amazônia Legal**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28089-ibge-atualiza-mapa-da-amazonia-legal>>. Acesso em: 10 set. 2020.

IUCN RED LIST. **IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 16 abr. 2020.

KENDALL, C. W. C. et al. The glycemic effect of nut-enriched meals in healthy and diabetic subjects. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 21, n. SUPPL. 1, p. S34–S39, 2011.

LEAKEY, R. R. B. Agroforestry Tree Products (AFTPs): Targeting Poverty Reduction and Enhanced Livelihoods. **Multifunctional Agriculture**, p. 123–138, 2017.

LEANDRO, R. C.; MURTA, G. C.; YUYAMA, K. Produção de mudas de castanha de cutia (*Couepia edulis* Prance) utilizando ácido naftaleno acético. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 87–89, 2007.

LEÃO, A. L. M.; DOS SANTOS, L. C. Micronutrient consumption and overweight: is there a relationship? **Revista brasileira de epidemiologia = Brazilian journal of epidemiology**, v. 15, n. 1, p. 85–95, 2012.

LEÃO, N. V. M. et al. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis*

- ponis Cambess. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 13, n. 24, p. 167–175, 2016.
- LIMA, S. A.; ROSSIGNOLO, J. A. Estudo das características químicas e físicas da cinza da casca da castanha de caju para uso em materiais cimentícios. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 32, n. 4, p. 383–389, 2010.
- LORINI, A. et al. Qualidade microbiológica e físico-química de castanhas-do-brasil. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 264/265, p. 127–131, 2017.
- MACHADO, M. R. et al. Aspectos Silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.). **Biotaamazonia**, v. 7, n. 3, p. 41–44, 2017.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. Ingestão: Os Nutrientes e seu Metabolismo. In: LTDA., E. E. (Ed.). **Krause Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13ª ed. Rio de Janeiro – RJ: [s.n.]. p. 1227.
- MAPA. Castanha-do-Brasil: Boas Práticas para o extrativismo sustentável orgânico. **Cadernos de Boas Práticas para o Extrativismo Sustentável Orgânico da Castanha-do-Brasil**, v. 1, p. 43, 2014.
- MARIA, C. et al. Fatores antinutricionais em alimentos : revisão Antinutritional factors in foods : a review. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- MATTA, L. B. V.; SCUDELLER, V. V. Lecythidaceae Poit. in the Tupé sustainable development reserve, Manaus, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 2, p. 195–217, 2012.
- MCNEIL, D.; JACKSON, D.; MORLEY-BUNKER, M. **Edible nuts**. [s.l: s.n.].
- NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª edição ed. Campinas - SP: [s.n.].
- NOGUEIRA, I. M. D. 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 Materia**, v. 23, n. 1, 2018.
- OLIVEIRA, J. M. DE. **Cinética de decomposição do ozônio, efeito fungicida e na qualidade de Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2018.
- PEDROZO, E. Á. et al. Produtos Florestais Não Madeiráveis (PFNMS): as Filières do Açaí e da Castanha da Amazônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 88–112, 2011.
- PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª edição ed. Belém: [s.n.].

PESSOA, J. D. C. et al. Contribuições da Pesquisa para o Beneficiamento da Castanha-de-Cutia (*Couepia edulis* Prance) e Aproveitamento de seus Resíduos. **Embrapa Documentos**, p. 18, 2005.

PESSOA, J. D. C.; ASSIS, O. B. G. DE; BRAZ, D. C. Caracterização morfomecânica para beneficiamento do fruto da castanha-de-cutia (*Couepia edulis*). **Revista Brasileira Frutic**, v. 26, n. 1, p. 103–106, 2004.

PINHEIRO, B.; GOMES, C.; BALTAZAR, A. L. O fitato e a biodisponibilidade de ferro nas leguminosas. **Acta Portuguesa de Nutrição** 22, v. 22, p. 48–51, 2020.

PINHEIRO, R. DA C. **Avaliação do potencial das amêndoas de frutos amazônicos para fins alimentícios**. [s.l.] Universidade Federal do Pará, 2013.

POLICARPI, P. DE B. **Potencial nutricional, perfil químico e atividade antioxidante da castanha da chichá (*S. Striata* St Hil e Naud) e seus subprodutos**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

PRANCE, G. T. The correct name for Castanha de cutia (*Couepia edulis* (Prance) Prance - Chrysobalanaceae). **Acta Amazonica**, v. 5, n. 2, p. 143–145, 1975.

RIBEIRO, M. DO S. S. et al. Techniques of decontamination of brazil nuts intentionally. **Higiene Alimentar**, v. 33, p. 2842–2845, 2019.

RIBEIRO, M. S. S. et al. **Avaliação Microbiológica De Castanhas-Do-Brasil Comercializadas Na Cidade De Belém-Pa**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Alimentação: a árvore que sustenta a vida. **Anais...** Gramado - RS: 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1058136/1/2016MicrobiologiaCastanha.pdf>>

RIBEIRO, M. S. S. et al. Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid against *Aspergillus nomius* in Brazil nuts. **Food Microbiology**, v. 90, p. 103449, set. 2020.

robot coupe, Blixer 3. Disponível em: <<http://www.robot-coupe.com/Port/documentation/documentac-es,28/blixer,33/blixer-3,864/>>. Acesso em: 4 abr. 2020.

RODRIGUES, K. S. **Ocorrência de fungos com potencial toxígeno em castanha-do-brasil no estado de Roraima**. [s.l.] Universidade Estadual de Roraima – UERR, 2016.

ROSA, T. L. M. **Diversidade genética, comportamento morfofisiológico e status nutricional de *Lecythis pisonis* CAMBESS**. [s.l.] Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.

- SANCANARI, L. G. R. et al. **A influência do consumo da Castanha-do-Brasil nas doenças cardiovasculares** Pesquisa Unifimes - Centro Universitário de Mineiros, 2019.
- SANTOS, O. V. DOS; CORREA, N. C. F.; LANNES, S. C. DA S. Caracterização física, físico-química, microbiológica e micotoxicológica da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K). **Illuminart**, n. 7, p. 48–59, 2011.
- SIBBR. **Dados Cartográficos, Google**. Disponível em: <<https://www.sibbr.gov.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2020.
- SILVA, B. P. P. C. DA. Avaliação das características físico-químicas das amêndoas da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e da Castanha Portuguesa (*Castanea sativa* mill). **Universidade Federal Rural da Amazônia**, p. 41, 2019.
- SILVA, S. C. DA. **Percepções e significados atribuídos à Floresta Amazônica por pós-graduandos em Manaus**. [s.l.] Universidade Federal do Amazonas, 2018.
- SILVA JUNIOR, E. C. et al. Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. **Chemosphere**, v. 188, p. 650–658, 2017.
- SILVA, L. DE J. DE S. et al. O Extrativismo como elemento de desenvolvimento e sustentabilidade na Amazônia: Um estudo a partir das Comunidades Coletoras de Castanha-Do-Brasil em Tefé, AM. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 2, p. 168–187, 2019.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 21–32, 1999.
- SOUZA, A. K. R.; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. DE. Poluição do ambiente por Metais Pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Acta Biomédica Brasiliensia**, v. 9, n. 3, p. 95, 2018.
- SOUZA, A. S. DE et al. Conhecendo Espécies de Plantas da Amazônia: Sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess. – Lecythidaceae). **Comunicado Técnico, 250 - Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA: [s.n.].
- SOUZA, C. R. DE et al. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.). **Documentos 60, Embrapa Amazônia Ocidental**, n. 1517–3135, 2008.
- SOUZA, M. N. A. DE et al. Ozonização de Castanhas de Caju e do Brasil para o controle de fungos filamentosos. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 08, p. 39556–39562, 2020.
- SOUZA, M. G.; VIEIRA, E. C.; OLIVEIRA, P. V. Determinação de As, Cd e Pb em amêndoas e mesocarpo de babaçu, sapucaia, xixá e castanha-do-pará por espectrometria de absorção atômica Determination of As, Cd and Pb in babassu nut and mesocarp, sapucaia, xixa and

brazilian nut by atomic absorption spect. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1442–1446, 2009.

SOUZA, M. O. et al. Optimization of the ICP OES operational parameters for determination of metals in heavy crude oil after microwave digestion. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 4, p. 1658–1671, 2017.

TEIXEIRA, G. L. et al. Sapucaia nut (*Lecythis pisonis* Cambess.) flour as a new industrial ingredient: Physicochemical, thermal, and functional properties. **Food Research International**, v. 109, n. March, p. 572–582, 2018a.

TEIXEIRA, G. L. et al. Chemical, thermal and rheological properties and stability of sapucaia (*Lecythis pisonis*) nut oils: A potential source of vegetable oil in industry. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 131, n. 3, p. 2105–2121, 2018b.

VADIVEL, V.; KUNYANGA, C. N.; BIESALSKI, H. K. Health benefits of nut consumption with special reference to body weight control. **Nutrition**, v. 28, n. 11–12, p. 1089–1097, 2012.

VIZEU, V. E.; FEIJÓ, M. B. S.; CAMPOS, R. C. DE. Determinação da composição mineral de diferentes formulações de multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 254–258, 2005.

VOLP, A. C. P. et al. Selenium antioxidant effects and its link with inflammation and metabolic syndrome. **Revista De Nutricao-brazilian Journal of Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 581–590, 2010.

WIERSUM, K. F. New Interest in Wild Forest Products in Europe as an Expression of Biocultural Dynamics. **Human Ecology**, v. 45, n. 6, p. 787–794, 2017.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p. 1573–1580, 2009.

ZUQUE, A. L. F. et al. Avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica de *Couepia grandiflora* Benth. (*Chrysobalanaceae*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 2004.

ANEXOS

A - Artigo publicado no “*Journal of Agricultural Studies*” –

Non-timber Amazonian forest products and their valuable edible nuts: Cutia nut, Egg nut, Sapucaia nut and Brazil nut

Beatriz de Oliveira Lopes

Graduate Program in Food Science and Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, Brazil; belopes@hotmail.com

Caroline Correa de Souza Coelho

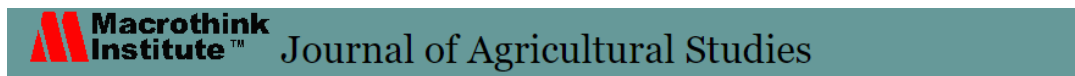
The Food and Nutrition Graduated Program (PPGAN), UNIRIO, Rio de Janeiro, Brazil; carolcsc@hotmail.com

Aparecida das Graças Claret de Souza

³Embrapa Western Amazon. Rodovia AM-010, Km 29, (Manaus / Itacoatiara Road), Mailbox 319, ZIP code: 69010-970, Manaus, Brazil; aparecida.claret@embrapa.br

Otniel Freitas-Silva

Embrapa Food Agroindustry, Rio de Janeiro, Brazil; otniel.freitas@embrapa.br



HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS RECRUITMENT EDITORIAL
BOARD SUBMISSION INDEX GOOGLE SCHOLAR CITATIONS CONTACT

Home > Vol 9, No 1 (2021) > Lopes

Non-timber Amazonian Forest Products and Their Valuable Edible Nuts: Cutia Nut, Egg Nut, Sapucaia Nut and Brazil Nut

Beatriz de Oliveira Lopes, Caroline Correa de Souza Coelho, Aparecida das Graças Claret Souza, Otniel Freitas-Silva

Abstract

The Amazon region contains the world's leading genetic reserve of native plants, with most of the area located in Brazil. This region is rich in species that little known or still unknown by the population at large, including species that produce non-timber forest products (NTFPs) such as edible nuts. The objective was to verify the occurrence of these edible nuts in Brazil, to evaluate their potential and the possibility of other uses, in addition to expanding the knowledge about them. A bibliographic review of the last 50 years was carried out, mainly using the descriptors the popular name and the scientific name of the four nut trees present in the Amazon and their respective families, namely: agouti nut (*Acioa edulis* Prance) and egg nut (*Acioa longipendula* Pilg.) From the Chrysobalanaceae family, and sapucaia nut (*Lecythis Pisonis* Miers) and Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) From the Lecythidaceae family. The Chrysobalanaceae has 450 species and 17 genera of woody plants and shrubs, producing oilseeds by some species, including egg and agouti nuts. The Lecythidaceae, on the other hand, has approximately 17 genera and 300 species, and in Brazil it is possible to find 9 genera and 122 species, 54 of them endemic, some of which produce edible seeds such as sapucaia and Brazil nuts. Those species have a great nutritional potential, and the chemical composition of their nuts reveals a good amount of lipids and proteins, but more in-depth research on the subject is necessary, including on other biases for better knowledge of the species, discovery of other potential uses and benefits and, consequently, their valorization.