PÓS-COLHEITA, MORFOMETRIA E RENDIMENTO DE CASTANHAS-DO-BRASIL DA REGIÃO AMAZÔNICA

Maria Aparecida Fogaça Bitencourt, Osvaldo Resende, Weder Nunes Ferreira Junior,

Manoel Ricardo Bezerra Santos, Érika Gonçalves Andrade

Instituto Federal Goiano

RESUMO

As castanhas-do-Brasil podem ser comercializadas com ou sem o beneficiamento, sendo a secagem o principal processo aplicado para manter a qualidade da castanha. No entanto, o beneficiamento da castanha ainda é rústico devido à falta de informações tecnológicas, como por exemplo, o conhecimento sobre a morfometria e o rendimento deste produto para utilização no dimensionamento de equipamentos para o processamento das castanhas. Com isso, o objetivo neste estudo foi caracterizar as principais etapas pós-colheita das castanhas, bem como determinar as informações a respeito do rendimento e morfometria do ouriço, castanhas e amêndoas de castanheiras-do-Brasil da região Amazônica. Foram utilizados 20 ouriços de castanheiras-do-Brasil coletados em um castanhal na região amazônica, sendo realizado o levantamento e a caracterização da morfometria do produto. O número médio de castanhas-do-Brasil por ouriço é de 19 unidades, variando de 15 a 24 castanhas por ouriço. Em relação ao número de amêndoas viáveis estas variam de 12-22 unidades por fruto, e a média é de 18 amêndoas. O rendimento médio de castanhas é de 261,39 g e amêndoas de 112,27 g por ouriço, isso representa 31,93 e 13,73%, respectivamente, de rendimento sobre pessoa massa do ouriço.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa* H. B. K.; beneficiamento; ouriços; amêndoas.

1. INTRODUÇÃO

Diante da grande produção e comercialização internacional da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) conhecida internacionalmente como *Brazil nuts*, a cadeia produtiva necessita de mais informações quantitativas e qualitativas sobre o processamento pós-colheita adequado deste produto (Castro, 2017).

O processo produtivo compreende todas as etapas básicas até a comercialização da castanha, que movimenta a economia, o comércio e emprega milhares de famílias na região Amazônica. Quase toda a produção de castanha-do-Brasil é exportada, principalmente para os Estados Unidos e Inglaterra. Estima-se que a indústria internacional de castanha movimente entre 18 e 65 milhões de reais por ano (Viva Maria, 2017).

A castanha-do-Brasil é fonte de fibras, proteínas, lipídeos, além disso é rica em vitaminas e minerais, como potássio, selênio, magnésio e zinco, é popularmente conhecida pelo combate ao envelhecimento celular e utilizada no apoio a casos de desnutrição e anemia (Brasil, 2014). A castanha é um alimento comum em toda região amazônica e comercializada em todo território nacional. No mercado interno é comercializada em maior parte com o endocarpo lenhoso, ou seja, como castanha, desidratadas, semi-desidratadas ou a granel (sem beneficiamento) (Viva Maria, 2017). As amêndoas, que estão no interior das castanhas, são obtidas quebrando-se manualmente e podem ser comercializadas com ou sem a película (polida). Para exportações são comumente comercializadas as castanhas (produto bruto) (SEBRAE, 2016).

Diante do valor econômico e nutricional da castanha, cuidados são necessários e devem ser iniciados desde a colheita visando controlar a contaminação por

microrganismos devido à alta umidade relativa e teor de água das castanhas no período de coleta. A produção brasileira de castanha tem sido afetada por crescente contaminação que diminui a possibilidade de exportar o produto. Nesse sentido, se faz necessário utilizar boas práticas de colheita e processamento para evitar sua contaminação (Brasil, 2010).

A secagem é o principal processo na cadeia produtiva e o estudo da morfometria e rendimento da castanha fornece informações necessárias para o dimensionamento de equipamentos utilizados para o beneficiamento deste produto. Com isso, o objetivo deste estudo foi fazer um levantamento das principais etapas pós-colheita das castanhas, bem como determinar informações a respeito do rendimento e morfometria do ouriço, castanhas e amêndoas de castanheiras-do-Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K)

A castanheira-do-Brasil é uma das mais exuberantes árvores da Floresta Amazônica. Pertence à família Lecythidaceae, com cerca de 300 espécies distribuídas em 25 gêneros, dos quais apenas 150 espécies e 10 gêneros ocorrem no Brasil (Nascimento et al., 2010). No Brasil essa árvore recebe nomes populares como, castanheira-do-Brasil, castanheira da Amazônia, castanheira e castanheira-do-Pará (Carvalho, 2014).

A castanheira-do-Brasil é uma árvore de grande porte (Figura 1) que ocupa áreas de terra firme e não inundáveis, e está presente em praticamente toda a Amazônia legal e continental (Brasil, 2014). Suas folhas possuem lâminas foliares

oblongas medindo de 17 cm a 36 cm de comprimento e 6 cm a 15 cm de largura. As flores são de cor branca e aroma agradável, a frutificação ocorre nos meses de dezembro a maio (Carvalho, 2014).

Figura 1. Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) na região Amazônica.

Fonte: Autores

A castanheira-do-Brasil é uma das principais espécies botânicas que faz parte da proteção da sociobiodiversidade brasileira. O alto valor nutricional das amêndoas foi convertido em uma importante fonte de renda, não apenas para aqueles que se designam castanheiros, e que habitam as Reservas Extrativistas (RESEX) ou Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), mas inúmeras outras populações como indígenas e quilombolas da região de produção (Ribeiro, 2018).

Morfologia do fruto da castanheira-do-Brasil

O pericarpo do fruto, é chamado de ouriço (Figura 2), é uma cápsula globosa, quase esférica, sendo visível, na parte superior o vestígio do cálice da flor, sua casca é espessa, lenhosa, dura e de cor castanha e não se abre espontaneamente (Souza &

Wadt, 2016). Quanto a morfologia do fruto, Santos et al. (2006) o descrevem como, uma cápsula poricida simples, indeiscente, orbicular, subgloboso e levemente achatada, é ligado a planta por um pedúnculo com retículos transversais. O epicarpo de cor castanho escuro, lenticelas estouradas, fibroso e com 0,993 cm de espessura; o mesocarpo apresenta cor castanho claro, mais espesso que o epicarpo, também fibroso e com 2,422 cm; endocarpo castanho escuro semelhante ao epicarpo, rugoso, cartáceo levemente fibroso e septado com funículo lenhoso.

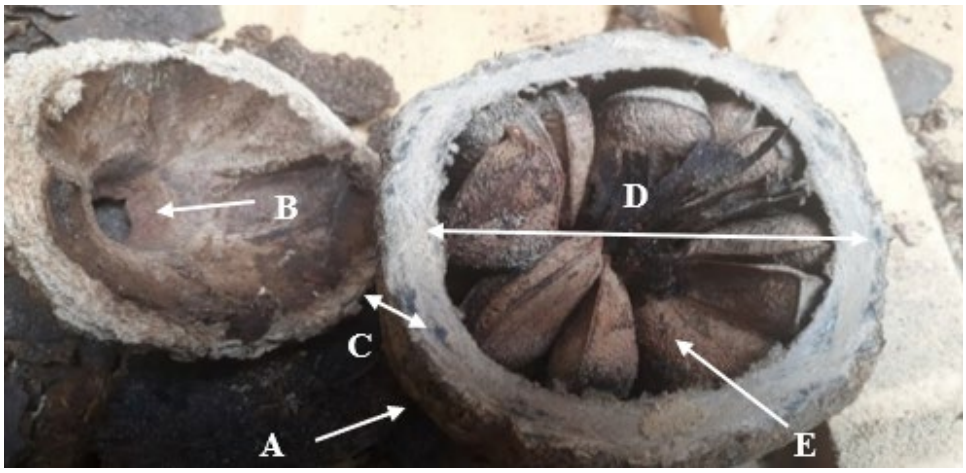

Figura 2. Ouriço da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K). (A) ouriço (B) vestígio do cálice da flor (C) casca (D) diâmetro (E) castanhas.

Fonte: Autora

Morfologia da castanha e da amêndoa da castanheira-do-Brasil

A castanha apresenta várias camadas como, a casca (endocarpo lenhoso), película (testae) e a parte comestível, amêndoa (Figura 3) (Kluczkovski & Scussel, 2015). A castanha é triangular angulosa com base, margem e ápice anguloso, constituída por duas camadas de tegumento, a testa, mais externa possui cor castanho

claro opaca, rugosa e lígnea; a camada interna denominada tégmem é membranoso mais escuro que a testa (Santos et al., 2006).

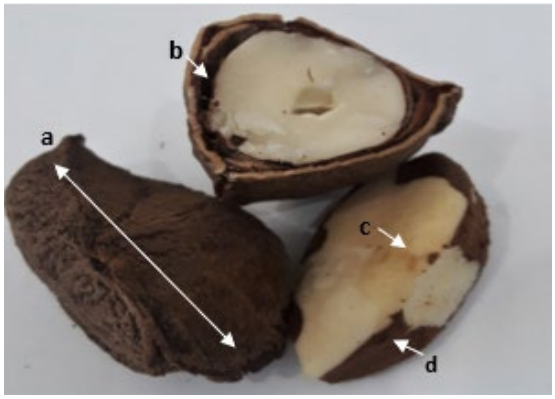

Figura 3. Constituintes da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K): (a) Castanha (b) endocarpo lenhoso (testa) (c) amêndoa (d) película (tegmén).

Fonte: (Kluczkovski & Scussel, 2015, adaptada).

A amêndoa corresponde a dois cotilédones de folha embrionária e nela os nutrientes estão armazenados, quando *in natura* possui cor que pode variar do branco ao creme claro, sendo a separação dos cotilédones não visível. Após o processo de desidratação apresenta cor mais escura no centro da amêndoa (Kluczkovski & Scussel, 2015).

Propriedades nutricionais da amêndoa da castanha-do-Brasil

A castanha-do-Brasil é um fruto rico em lipídeos e proteínas, possui também em sua composição vitaminas, como, Tiamina e Riboflavina e minerais como, o Ca, P e Se, elevado valor energético e teor antioxidantes com efeito anticancerígeno (Brasil, 2015; Silva, 2018).

Segundo Lima et al. (2019), o selênio é o principal mineral encontrado na castanha-do-Brasil (28 - 49 mg kg^{-1}), sua quantidade de concentração depende da

área de localização do castanhal. Bitencourt (2020) avaliando a quantidade de selênio em castanhas-do-Brasil da região amazônica identificou-se a presença deste mineral na quantidade de 1,96 mg 100 g^{-1} de amêndoas.

O consumo de uma amêndoa de 5 g de uma área com alto teor de Se atende a dose recomendada de 30 µg diária. O limite tolerável de ingestão de Se é de 400 µg e o limite de toxidade de 1.200 µg. Castro (2017) destaca a importâncias do Se como um nutriente essencial na biologia humana. Mais de um bilhão de pessoas em todo mundo podem ter deficiência de selênio e a utilização da castanha-do-Brasil pode ser utilizada como suplementação para prevenir a deficiência (Lima et al., 2019).

Este fruto também apresenta alto valor nutricional com satisfatório teor de lipídios, em torno de 60 a 70%, cerca de 23% de ácidos graxos monoinsaturados, 21% de ácidos poli-insaturados e 15% de ácidos graxos saturados, com predominância do ácido graxo linolênico (ômega-6) (Silva, 2014). É considerada boa fonte de proteínas de 15 a 20% e apresenta teor diferenciado para o aminoácido sulfurado da metionina que é essencial, aminas biogênicas, fosfolipídios entre outros (Souza, 2013).

Pós-Colheita das castanhas-do-Brasil

A primeira etapa do processamento das castanhas-do-Brasil descrita por Felix et al. (2018), inicia-se com a coleta e agrupamento dos ouriços. Entretanto, na prática o processamento se inicia muito antes. Os castanhais são longínquos e requerem mão de obra e muitos dias na floresta. Para conseguir rendimento de coleta maior, o castanheiro percorre as áreas onde há maior concentração de castanheiras. Essa coleta é realizada com ferramenta simples de madeira, chamada cambito ou mão de onça, que "abraça" o ouriço que é jogado no paneiro - cesto carregado nas costas dos

castanheiros; em seguida é utilizado um facão para a abertura dos ouriços (Koch, 2017).

A cadeia produtiva da castanha-do-Brasil, é o conjunto constituído por diversas etapas, a primeira é a fase exploratória (Figura 4), que de acordo com a normativa do BRASIL (2010) se inicia na etapa de catação do ouriço, que acontece após a queda até o armazenamento primário, fase em que todos os ouriços são armazenados em um só lugar, ocorrendo na floresta. O armazenamento secundário ocorre na área reservada do extrativista. O terciário, é o armazenamento da castanha, geralmente em área do extrativista ou intermediário próximo a coleta. Após esses processos, inicia-se a transferência para a beneficiadora.

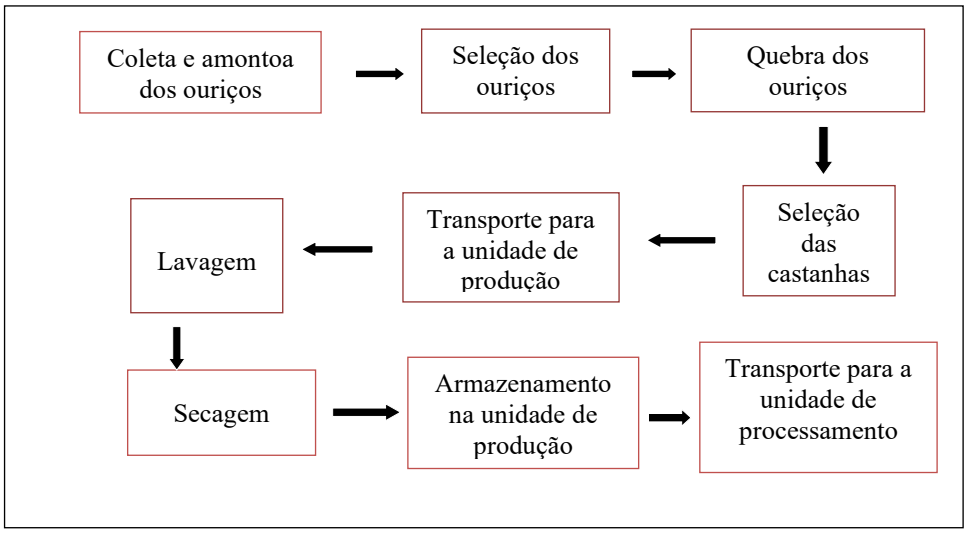

Figura 4. Fluxograma da fase exploratória das castanhas-do-Brasil.

Fonte: Brasil (2004), adaptado.

O período de produção ocorre entre os meses de novembro e maio, entretanto, os castanheiros iniciam a coleta a partir do mês de dezembro. A mão de obra envolvida na atividade é familiar, desde a limpeza do castanhal, coleta, amontoa, quebra, lavagem e ensacamento até o transporte. Na realização das boas práticas de manejo

a castanha vai para o paiol, que é um compartimento de madeira semelhante a um armazém, para a secagem e armazenamento das mesmas, e depois, a castanha passa para o paiol central, e é comercializada para usina beneficiadora (Figura 5), seguido do beneficiamento e embalagem para comercialização (Fernandes, 2016).

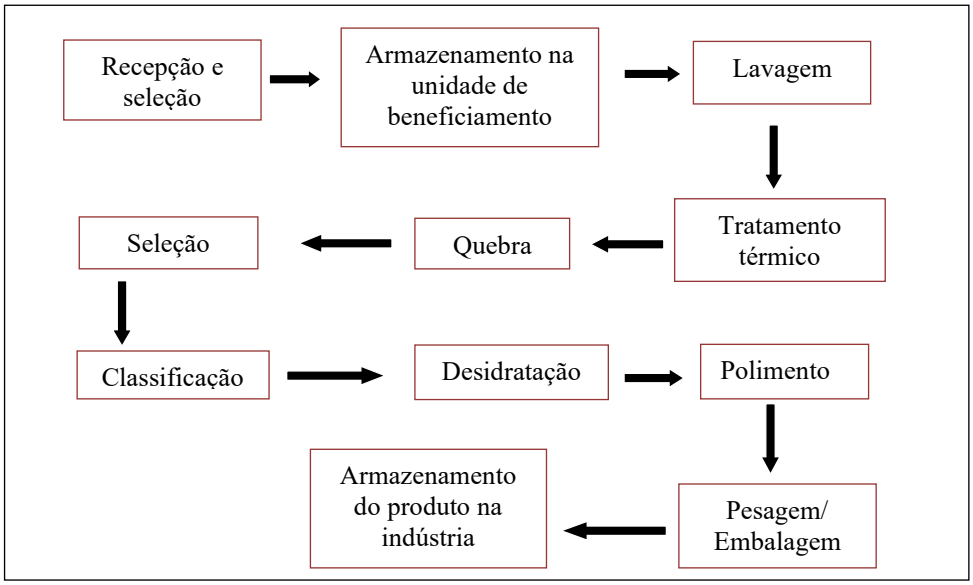

Figura 5. Fluxograma da fase de beneficiamento das castanhas-do-Brasil.

Fonte: Brasil (2004).

Segundo Almeida (2015), o pouco desenvolvimento tecnológico na cadeia produtiva da castanha é resultado da divisão científica que ocorre entre o extrativismo e o cultivo da castanheira. Enquanto muitas pesquisas são voltadas a domesticação e desenvolvimento da planta, a cadeia produtiva permanece com recursos técnico restritos, rudimentares no manejo e boas práticas, com utilização de ferramentas arcaicas, manipulação inadequada na prática de coleta, favorecendo a contaminação microbiológica. A qualidade dos alimentos é uma das condições essenciais para a promoção e manutenção da saúde, e deve ser assegurada pela adoção de medidas

preventivas, desde a origem até o consumo, evitando assim a ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA'S) (Ramos & Lima, 2017).

A aflatoxina produzida pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticius,* pode contaminar castanhas não processadas, ou processadas inadequadamente. Esses fungos produzem metabólitos tóxicos para a saúde humana e animal, destacando-se quatro tipos de aflatoxinas: B1, B2, G1 e G2. Além disso, esses fungos apresentam propriedades mutagênica e cancerígenas com incidência de carcinoma hepatocelular. O limite de consumo humano de aflatoxinas é de 20 μg kg^{-1} (Felix, 2018).

O teor de água das castanhas e amêndoas devem ser monitorados, visto que a atividade de água tem que ser menor que 0,7, pois a partir desse índice inicia-se o crescimento de microrganismos patogênicos (Brasil, 2010). A secagem deste produto contribui para a redução da atividade de água do produto, pois com a redução do teor de água têm-se o decréscimo dessa variável (Borém, 2008).

Alves et al. (2016) afirmam que a secagem visa, além de diversificar e modificar os produtos já disponíveis, proporciona um alimento com características preservadas por longos períodos, ainda que armazenados em temperatura ambiente. Para alimentos ricos em lipídeos como as castanhas, deve-se conhecer os limites mínimos e máximos de teores de água. Segundo Salinas (2002), em teores de água muito baixo observa-se aumento da oxidação. Por outro lado, teores de água acima do recomendado para armazenamento seguro proporcionam contaminação e deterioração microbiológica parcial ou total do produto (Silva et al., 2016)

A secagem é um processo que consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa e envolver três meios de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por

convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial, em que um fluxo de ar aquecido passa através da camada do produto (FIB, 2016).

Segundo Silva (2008), o conhecimento das propriedades físicas, como tamanho, dimensões, peso, volume, de produtos vegetais é de extrema relevância para a adaptação de equipamentos já existentes visando obter maior rendimento nas operações de processamento, bem como para dimensionamento de novos equipamentos para secagem, limpeza, classificação, descasque e armazenamento (Pradhan et al., 2009) das castanhas e amêndoas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos

Os frutos foram coletados no mês de maio de 2020 na cidade de Manaus-AM, especificamente em propriedades da comunidade "Ramal do Paxiuba", localizado as margens da BR 319, entre os municípios de Manaus e Careiro Castanho-AM. No castanhal foram selecionados 20 ouriços aleatoriamente, que foram encaminhados ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Morfometria dos Ouriços

Inicialmente os frutos foram limpos com auxílio de papel toalha para retirada de impurezas oriundas do castanhal. Posteriormente, os 20 ouriços foram enumerados de forma aleatória (Figura 6A), em seguida foram realizadas as pesagens dos frutos em balança digital (BCW tríplice LCD, Welmy) (Figura 6B).

A B

Figura 6. Ouriços de castanheiras-do-Brasil enumerados (A), pesagem dos ouriços (B).

Com o auxílio de um paquímetro universal digital (150 mm/6”, ZAAS Precision) mediram-se as dimensões dos ouriços de acordo com a orientação apresentada na Figura 7, medindo-se o comprimento, o diâmetro maior (largura) e o diâmetro menor (espessura).

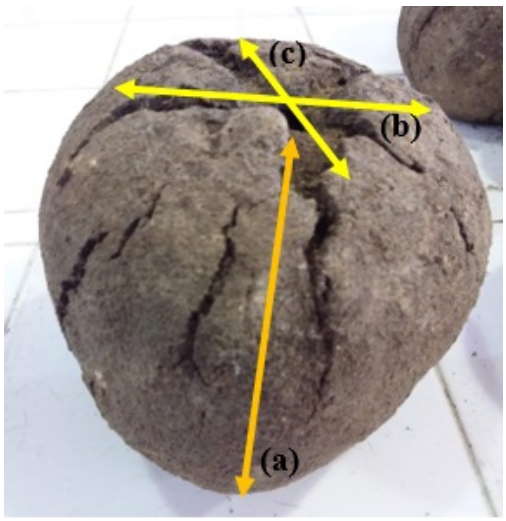

Figura 7. Orientações das medidas do comprimento (a), diâmetro maior (b) e diâmetro menor (c) dos ouriços de castanheiras-do-Brasil.

Abertura dos ouriços

Os ouriços foram analisados individualmente, para quantificar as castanhas no interior dos frutos. Primeiramente, os ouriços foram descascados com auxílio de um faca de inox (Figura 8A), em seguida, utilizou-se uma máquina Serra Mármore (GDC 150, BOSCH) para rompimento da cápsula globosa (Figura 8B), e posterior abertura do fruto (Figura 8C).

A

B

C

Figura 8. Descasque dos ouriços (A), utilização de máquina de cortar para abrir ouriços (B), e ouriços abertos (C).

Morfometria das Castanhas

Após abertura dos frutos realizou-se a morfometria das castanhas, com a contagem e quantificação em cada ouriço (Figura 9A), e posterior pesagem individual em balança analítica (AG200, GEHAKA) (Figura 9B).

A B

Figura 9. Individualização das castanhas por ouriço (A) e pesagem em balança analítica.

As medições das dimensões das castanhas foram realizadas com auxílio de paquímetro digital, medindo-se o comprimento, largura e espessura de acordo com as orientações apresentadas na Figura 10.

A B C

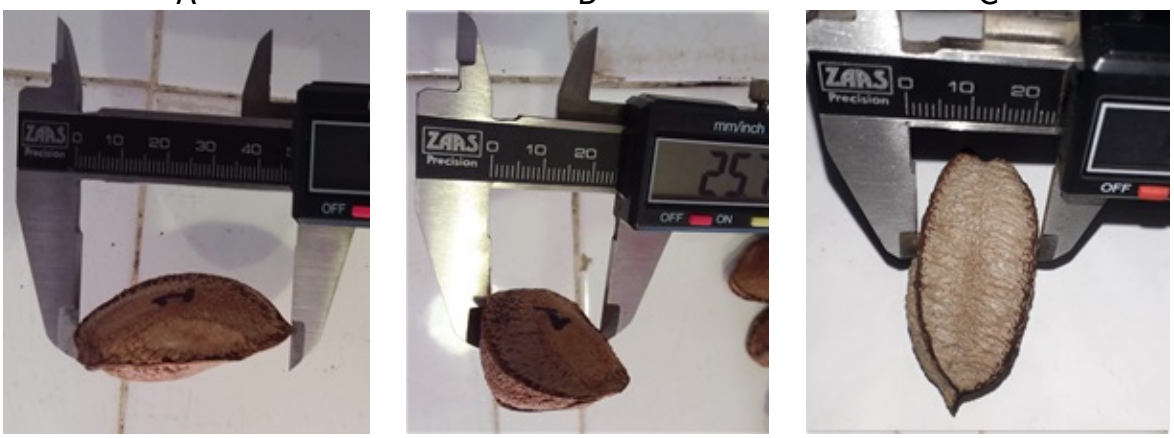

Figura 10. Medições do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) das castanhas-do-Brasil.

Abertura das castanhas

Nesse processo as amêndoas foram extraídas do interior da castanha, retirando-se o endocarpo lenhoso (testa) utilizando um descascador manual, equipamento comumente utilizado na região amazônica. O equipamento é composto por facão fixado somente na ponta sobre um suporte de madeira (Figura 11A). Com a utilização deste instrumento é possível manter a integridade das amêndoas *in natura* evitando a quebra (Figura 11B).

A B

Figura 11. Descascadores manuais adaptados para beneficiamento das castanhas-do-Brasil (A), amêndoas descascadas enumeradas (B).

Morfometria das amêndoas

As amêndoas foram contadas, pesadas em balança analítica (AY220, SHIMADZU) (Figura 12A), o comprimento, largura e espessura foram mensurados por meio de paquímetro digital (Figura 12B). As amêndoas inaptas para comercialização, seja por deterioração ou má formação, não foram utilizadas para definição da morfometria. A quantidade de amêndoas impróprias por ouriço foram anotadas.

A B

Figura 12. Pesagem das amêndoas em balança analítica (A), sentido da direção do comprimento (a), largura (b) e espessura (c) da amêndoa da castanha-do-Brasil (B).

Dados da morfometria

A massa, comprimento, largura, espessura e o volume dos ouriços, das castanhas e das amêndoas foram tabulados e calculou-se a média.

Cálculo do volume

O volume dos ouriços, castanhas e amêndoas de castanheiras-do-Brasil foi calculado utilizando-se a Eq. 1.

$$V = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot c}{6} \quad (1)$$

Em que,

V – Volume da castanha, m³;

a – Comprimento, cm;

b – Largura/maior diâmetro, cm;

c – Espessura/menor diâmetro, cm.

Rendimento das castanhas e amêndoas

Para o cálculo de rendimento das castanhas e amêndoas utilizou-se a média da massa por ouriço, de acordo com a Eq. 2.

$$Rendimento = N \cdot PM \quad (1)$$

Em que,

N – Número de castanhas ou amêndoas viáveis;

PM – Massa média das castanhas ou amêndoas viáveis por ouriço, g.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios da massa, comprimento, largura, espessura e volume dos ouriços, castanhas e amêndoas das castanhas do Brasil.

Tabela 1. Morfometria média dos ouriços, castanhas e amêndoas das castanhas-do-Brasil

Componente	Massa (g)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)	Volume (m^3 x 10^{-6})
Ouriço	818,56	11,00	11,30	11,28	737,37
Castanha	14,05	5,14	2,89	2,25	17,52
Amêndoa	6,36	4,21	1,88	1,54	6,45

Em relação a morfometria do ouriço nota-se que pessoa massa média dos ouriços foi de 818,56 (Tabela 1), variando de 674 a 1040 g, o comprimento médio dos frutos foi de 11,00 cm, variando de 9,81 a 13,06 cm. Para largura (maior diâmetro) e espessura (menor diâmetro) os valores médios variaram pouco entre si, sendo de

11,30 e 11,28 cm, respectivamente. Nota-se ainda que o diâmetro dos ouriços é maior do que o comprimento, isso se deve pelo formato achatado dos frutos.

Melo (2000), descreve o ouriço como um pixídio lenhoso e rígido, cujo diâmetro varia entre 10 e 15 centímetros, pesando de 0,5 a 2,5 quilogramas, valores esses referenciados próximos aos definidos neste trabalho. O diâmetro dos ouriços variou de 10,805–11,903 cm e 10,782–11,767 cm para o maior e menor diâmetro, respectivamente. O volume dos frutos variou de 616,32 a 947,05 $m^3 \times 10^{-6}$, apresentando-se média de 737,37 $m^3 \times 10^{-6}$ por ouriço (Tabela 1).

Para as castanhas a média da massa, comprimento, largura e espessura foi de 14,05 g; 5,14 cm; 2,89 cm e 2,25 cm (Tabela 1), respectivamente, corroborando com valores aproximados definidos por Melo (2000) e Santos (2006). Neste trabalho, a massa das castanhas variou de 10,53–24,61 g, 2,27–6,62 cm para o comprimento, 2,02–5,65 cm para a largura, e 1,66–3,10 cm a espessura. Ainda na Tabela 1 nota-se que o volume médio das castanhas foi de 17,52 $m^3 \times 10^{-6}$, enquanto que o volume mínimo encontrado foi de 8,18 $m^3 \times 10^{-6}$ e o maior de 32,34 $m^3 \times 10^{-6}$.

A massa das amêndoas das castanhas-do-Brasil variou de 3,78 a 12,5 g, demonstrando valor médio de 6,36 g (Tabela 1), ressalta-se que essa diferença de massa entre as castanhas pode ser justificada pelo tamanho e teor de água dessas, além da diferença de clima, solo, práticas agrícolas e características genéticas aliadas a procedências geográficas, condições ambientais e características varietal das amêndoas analisadas (Freitas & Naves, 2000).

O comprimento, largura e espessura das amêndoas variaram de 3,21 a 5,77 cm, 1,06 a 2,91 cm e 1,03 a 4,48 cm, respectivamente. Enquanto a média para o comprimento foi de 4,21 cm, a largura de 1,88 cm e a espessura de 1,54 cm. O volume

médio das amêndoas é de 6,45 $m^3 \times 10^{-6}$, e este variou de 3,80 a 14,64 $m^3 \times 10^{-6}$ para as amêndoas de castanhas-do-Brasil avaliadas.

Observa-se na Tabela 2 que o número médio de castanhas-do-Brasil por ouriço é de 19 unidades, tendo variação de 15 a 24 castanhas por ouriço, faixa essa dentro do estimado por Melo (2000) que é de 15 a 25 unidades por fruto. Em relação ao número de amêndoas viáveis estas variam de 12-22 unidades por fruto, e a média foi de 18 amêndoas. O número de amêndoas viáveis depende das condições de campo antes e durante a coleta como, solos úmidos, temperaturas altas, tempo de exposição do fruto no solo, dentre outros.

Em relação as amêndoas deterioradas e/ou com má formação 9 castanhas apresentaram pelo menos uma amêndoa inapta (Tabela 2), ou seja, os ouriços apresentam pelo menos 45% de chance de possuir pelo menos uma amêndoa inadequada ao consumo e/ou comercialização. O maior número de amêndoas inaptas encontradas por ouriço foi de 4 unidades, enquanto a média por ouriço foi de 1 amêndoa.

Ressalta-se o risco de contaminação das castanhas deterioradas por fungos, pois estas podem espalhar para as demais durante as etapas pós-colheita. O principal fungo produtor de aflatoxinas (*Aspergillus flavus*) necessita de atividade de água na faixa de 0,78 a 0,87 para crescimento e produção das aflatoxinas, além de temperatura em torno de 13 a 37 ºC (Beauchat, 1981; ICMSF, 1996).

Tabela 2. Quantidade de castanhas, amêndoas viáveis, amêndoas deterioradas e rendimento de castanhas e amêndoas de castanhas-do-Brasil

Ouriço	Castanhas	Amêndoas viáveis	Amêndoas inaptas*	Rendimento de Castanhas (g)	Rendimento de amêndoas (g)
1	20	17	1	265,10	115,62
2	17	17	0	198,08	89,16
3	18	16	2	263,15	106,10
4	18	18	0	247,62	109,65
5	20	20	0	258,48	107,69
6	16	16	0	345,15	177,81
7	22	22	0	298,50	126,59
8	19	17	2	228,21	100,02
9	19	15	4	275,96	107,57
10	18	17	1	274,61	117,22
11	20	20	0	303,49	129,42
12	18	16	2	235,72	94,97
13	19	19	0	288,23	132,33
14	18	18	0	266,30	119,79
15	19	18	1	281,71	116,61
16	21	21	0	281,58	120,85
17	17	17	0	215,51	95,52
18	16	12	4	224,16	68,46
19	15	15	0	194,29	86,16
20	24	22	2	281,91	123,94
Média	19	18	1	261,39	112,27

*Amêndoas deterioradas e/ou com má formação.

O rendimento médio de castanhas por ouriço foi de 261,39 g e de amêndoas de 112,27 g (Tabela 2), ou seja, 57,05% da massa das castanhas consiste em tegumento lenhoso (testa), que não possui destinação alimentar. Quando comparada a massa de rendimento médio das castanhas com a massa média dos ouriços (Tabela 1), nota-se que o rendimento é 31,93%, já quando se compara com o rendimento médios de amêndoas este é de apenas 13,72%. Ou seja, observa-se que o rendimento da parte alimentícia é menor que 15% em relação a massa integral do fruto.

5. CONCLUSÃO

Estudos sobre a pós-colheita das castanhas-do-Brasil são necessários para viabilizar processamentos que assegurem a qualidade deste produto. A morfometria é importante para dimensionamento de equipamentos para as etapas pós-colheita como, descascadores, secadores e mesas dessimétricas.

Os valores da massa, comprimento, largura, espessura e volume dos ouriços é de 818,56 g, 11,00 cm, 11,30 cm, 11,28 cm e 737,37 $m^3 \times 10^{-6}$, respectivamente. Enquanto para as castanhas a massa, comprimento, largura, espessura e volume médios é de 14,05 g, 5,14 cm, 2,89 cm, 2,25 cm e 17,52 $m^3 \times 10^{-6}$, respectivamente. Em relação as amêndoas, a massa, comprimento, largura, espessura e volume médios das amêndoas é de 6,36 g, 4,21 cm, 1,88 cm, 1,54 cm e 6,45 $m^3 \times 10^{-6}$, respectivamente.

O número médio de castanhas-do-Brasil por ouriço é de 19 unidades, variando de 15 a 24 castanhas por ouriço. Em relação ao número de amêndoas viáveis estas variam de 12-22 unidades por fruto, e a média foi de 18 amêndoas.

A média de castanhas inaptas ao consumo e/ou comercialização por ouriço é de 1 unidade, o que representa 45% de chance de pelo menos uma amêndoa estar deteriorada e/ou com má formação no fruto.

O rendimento médio de castanhas é de 261,39 g e amêndoas de 112,27 g por ouriço, isso representa 31,93 e 13,73%, respectivamente, de rendimento sobre a massa do ouriço.

6. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, J. J. (2015). Do extrativismo à domesticação: as possibilidades da castanha do Pará. Tese (Doutorado em História Econômica). Universidade de São Paulo. 304 p.

Alves, T. P. & Nicoleti, J. F. Influência das variáveis de processo sobre a secagem osmo-convectiva de pimentão verde, *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 10, 2022-2037.

Beauchat, L. R. (1981). Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Food World*, 26, 345-349.

Bitencourt, M. A. F. (2020). Isotermas de dessorção, secagem e caracterização nutricional das amêndoas das castanhas-do-Brasil da região amazônica. Dissertação

(Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. 82p.

Brasil. (2004). Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-Brasil. EMBRAPA: Brasília, 61 p.

Brasil. (2010) Instrução Normativa Nº 11 de 22/03/2010. MAPA: Brasília. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78480

Brasil. (2010). Informação técnica: Castanha-do-Brasil. EMBRAPA: Porto Velho, 2p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47749/1/folder-castanhadobrasil.pdf

Brasil. (2015). Árvore do conhecimento: Castanha-do-Brasil. EMBRAPA. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/castanha-do-brasil/Abertura.html

Brasil. (2017). Castanha-do-Brasil: Boas Práticas Para o Extrativismo sustentável orgânico, MAPA: Brasília, 41 p.

Borém, F. M. (2008). Pós-colheita do café. UFLA: Lavras, 361 p.

Carvalho, P. E. R. (2014) Espécies arbóreas brasileiras. (Coleção espécies arbóreas, v.5), EMBRAPA: Brasília, 634 p.

Castro, D. A. (2017). Repartição de nutrientes e selênio na castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). Dissertação (Mestrado em Agronomia e Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, 57 p.

Felix, A. M. E.; Oliveira, C. R. A. & Guerreiro, J. R. (2018). Contaminação de castanha do Brasil por aflatoxinas: Uma revisão do panorama atual. *Journal of the Health Sciences Institute*, 36, 205-210.

Fernandes, F. (2016). Potencialidades e limites da cadeia de valor da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) no município de Manicoré, sul do Amazonas. 2016. Disponível em: http://www.fundovale.org/wp-content/uploads/2017/10/6_castanha_manicore.pdf

FIB - Food Ingredients Brasil. (2016). A Desidratação na conservação dos alimentos. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201607/20160700412610014697348 00.pdf

Freitas, J. B. & Naves, M. M. V. (2010). Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Revista de Nutrição*, 23, 269-279.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications of Foods. (1996). Microorganismos de los alimentos: características de los patógenos microbianos. Acribia: Zaragoza: p. 403- 428.

Kluczkovski, A. M. & Scussel, V. M. (2015). Gerenciamento de risco da castanha-do-Brasil. Nova Letra: Manaus. 237 p.

Koch, Z.; Castanheira do Brasil: Por trás das câmaras. 2017. Disponível em: https://conexaoplaneta.com.br/blog/a-castanha-brasileira/

Lima, L. W.; Stonehouse, G. C.; Walters, C.; El Mehdawi, A F.; Fakra, S. C. & Pilon-Smits, E. A. H. (2019). Selenium accumulation, speciation and localization in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). *Plants (Basel)*, 8, n.8, 1-7.

Melo, R. (2000). Castanha da Amazônia: estudos de produção e mercado. Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira – COIAB: Centro Indígena de Produção e Cultura - CIPC. Disponível em: https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M6D00044.pdf

Nascimento, W. M. O.; Carvalho, J. E. U. & Müller, C. H. (2010). Castanha-do-Brasil. Funep: Jaboticabal, 41 p.

Pradhan, R. C.; Naik, S. N.; Bhatnagar, N.; Vijay V. K. (2009). Moisture dependent physical properties of jatropha fruit. *Industrial Crops and Products*, 29, 341-347.

Ramos, M. P. & Lima, L. C. (2017). Vigilância sanitária: Alimentação segura no ambiente escolar. UNIFEI, 16p.

Ribeiro, M. S. (2018). Tecnopolítica em laboratórios da Embrapa e florestas de castanha. *Revista de Antropologia da UFSCar (R@U)*, 80-104.

Salinas, R. D. (2002). Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia. Artimed: Porto Alegre, 280 p.

Santos, J. U. M.; Bastos, M. N. C.; Gurgel, E. S. C.; Carvalho, A. C. M. (2006). *Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland (Lecythidaceae): aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula. *Boletim do Museu Paraense Emílio Ciências Naturais*, 1, 103-112.

SEBRAE. (2016). O cultivo e o mercado da castanha do Brasil. 2016. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-castanha-do-brasil,c0ca9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD

Silva, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Aprenda Fácil: Viçosa, 559 p.

Silva, A. F. (2014). Efeito das etapas de processamento sobre a qualidade de castanhas-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.): avaliação da fração lipídica e contaminação por aflatoxina. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, 95 p.

Silva, O. S.; Tassi, E. M. M. & Pascoal, G, B. (2016). Ciência dos alimentos: princípios de bromatologia. Rubio: Rio de Janeiro, 248 p.

Silva, G. B. (2018). Efeito do consumo de castanhas-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) sobre os biomarcadores inflamatórios e o estado nutricional relativo ao selênio de mulheres obesas. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo, 2018. 96 p.

Souza, J. M. L. (2013). Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despeliculadas sobre propriedades das frações proteica e lipídica de castanha-do-Brasil. Tese (Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos). Universidade Federal de Pelotas, 127 p.

Souza, J. M. L. & Wadt, L. H. O. (2016). Castanha-do-Brasil: Características da planta. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/castanha-do-brasil/arvore/CONT000fzfy7i8602wx5ok0cpoo6a08db1xh.html

Viva Maria (2017). Castanheira movimenta a economia da região amazônica. 2017. Disponível em: http://radios.ebc.com.br/viva-maria/edicao/2017-02/conheca-o-poder-da-castanheira-considerada-a-rainha-da-floresta-amazonica