

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
***CAMPUS* UNIVERSITÁRIO DE SINOP**
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

QUALIDADE FÍSICA DA CASTANHA-DO-BRASIL
NATIVA PRODUZIDA EM DIFERENTES MUNICÍPIOS
DE MATO GROSSO

DAIANE RIBEIRO DE ALMEIDA

SINOP
MATO GROSSO – BRASIL

2019

DAIANE RIBEIRO DE ALMEIDA

**QUALIDADE FÍSICA DA CASTANHA-DO-BRASIL
NATIVA PRODUZIDA EM DIFERENTES MUNICÍPIOS
DE MATO GROSSO**

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Solenir Ruffato**

Trabalho de curso apresentado à Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT - *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para obtenção de Título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

SINOP

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

R484q Ribeiro de Almeida, Daiane.

Qualidade Física da Castanha-do-Brasil nativa produzida em diferentes municípios de Mato Grosso / Daiane Ribeiro de Almeida. -
- 2019

46 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Solenir Ruffato.

TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) -
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias
e Ambientais, Sinop, 2019.

Inclui bibliografia.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



TERMO DE APROVAÇÃO DE TC

**TÍTULO DO TRABALHO: Qualidade Física da Castanha-do-Brasil Nativa
Produzida em Diferentes Municípios de Mato
Grosso.**

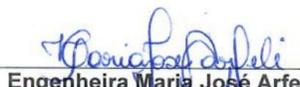
ACADÊMICA: Daiane Ribeiro de Almeida

ORIENTADORA: Profª Drª Solenir Ruffato

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:


Profª Drª Solenir Ruffato
Orientadora


Mestra Izabela Caroline Plens
Membro


Engenheira Maria José Arfeli
Membro


Engenheira Jennifer de Souza Onetta
Membro

DATA DA DEFESA: 29 de julho de 2019.

DEDICO...

A minha mãe Eliane Maria Ribeiro pelo cuidado e dedicação, mudou toda a sua rotina para estar ao meu lado nesta caminhada, sem você eu não conseguiria. Ao meu pai Lourenço Zacarias de Almeida por ter me inspirado a sempre me aprimorar, me mostrando que a educação sempre deveria estar em primeiro lugar e me incentivando a sonhar e a realizar.

Aos meus irmãos, Maxiwandel Ribeiro de Almeida e Cristiano Ribeiro de Almeida que sempre me apoiaram, contribuindo para que eu não desistisse. A presença de vocês foi fundamental.

Aos meus familiares, que me incentivaram a continuar, pelo carinho e compreensão por nem sempre estar presente.

Aos meus amigos, Claudinéia Silva, Karinna Pinheiro e David Maycon que me mostraram com presença de vocês como uma boa amizade pode contribuir para a felicidade na rotina do dia-a-dia.

A turma 2014/1 e aos demais colegas que com a convivência, contribuíram culturalmente e intelectualmente para o meu aprendizado.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Solenir Ruffato, principalmente pela paciência, por me inspirar como pessoa, contribuindo grandemente para minha formação.

Aos professores do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental que se dedicam a não apenas formarem profissionais capacitados tecnicamente, mas também com valores éticos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos me dando força e coragem nessa caminhada.

A minha família, pela união, pois com todas as dificuldades que tivemos até aqui soubemos superá-las sempre com carinho, humildade e empatia.

Aos meus amigos que fiz durante esse percurso, Karinna Pinheiro, Jennifer Onetta, Kimberlly Carlot, Karla Sabrina, Letícia Casagrande e Frederic Hartwing. Obrigado por me incentivarem dentro e fora de sala de aula, aprendi a respeitar e conviver com suas diferentes opiniões.

À professora Dr^a Solenir Ruffato, que me incentivou a melhorar. Sempre serei grata pelas conversas e por servir de inspiração profissional e pessoal.

Aos meus colegas que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse trabalho, Talisson Satélis, Mônica Jaqueline, Izabela Caroline, Maria Arfeli, Letícia Hoffmann, Gustavo Vigolo, Lucas dos Santos, Luiza Turcatto.

Obrigada a todos!

Loucura é querer resultados diferentes fazendo tudo exatamente igual.

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	10
CAPÍTULO I.....	12
CARACTERIZAÇÃO DO OURIÇO DA CASTANHA-DO-BRASIL (<i>Bertholletia excelsa</i> H. B. K) NATIVA PRODUZIDA EM DIFERENTES MUNICÍPIOS	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4 CONCLUSÕES.....	22
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO II.....	26
PROPRIEDADES FÍSICAS DA CASTANHA-DO-BRASIL: AVALIAÇÃO DO LOCAL DE PRODUÇÃO	26
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4 CONCLUSÕES.....	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CONCLUSÕES GERAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES	44

RESUMO

A castanha-do-Brasil é o principal produto extrativista, não madeireiro, da floresta Amazônica. Possui grande importância econômica e social, contribui para o desenvolvimento de sistemas agrofloretais e destaca-se por sua qualidade nutricional. Pela relevância, a cadeia produtiva da castanha-do-Brasil carece ainda de informações quantitativas e qualitativas. Faltam informações com relação a processos de pós-colheita da castanha, principalmente no que diz respeito a tecnologias para o processamento armazenamento, em etapas anteriores à industrialização. Visando que, para a incorporação de novos processos na área de pós-colheita é necessária à determinação das propriedades físicas, objetivou-se com este trabalho caracterizar as propriedades físicas do ouriço, da semente e da amêndoa da castanha-do-Brasil produzidas no Norte do estado de Mato Grosso. As amostras da castanha nativa foram obtidas no mês de janeiro. Foram determinadas características de tamanho e forma do ouriço, da semente e da amêndoa por meio da circularidade, esfericidade, diâmetro geométrico e volume, sendo essas obtidas a partir das três dimensões características com auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm). Das sementes e amêndoas quantificou-se também a massa individual, a massa de 100 (da semente e amêndoa) conforme metodologia disposta nas Regras para Análise de Sementes; a porosidade pelo método de complementação do volume; a massa específica real pelo princípio de Arquimedes e, a massa específica aparente obtida de forma indireta pela relação entre a massa específica real e a porosidade. Determinou-se o teor de água do ouriço e da semente pelo método direto em estufa com circulação forçada de ar. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em relação as variáveis de rendimento, constatou-se diferença significativa entre os ouriços coletados em diferentes municípios produtores, com destaque para o município de Alta Floresta que apresentou os maiores valores de massa de sementes. Os resultados obtidos indicaram também que há diferença significativa das propriedades físicas das castanhas entre os municípios de coleta. As castanhas obtidas em Alta Floresta apresentam valores de massa individual superiores quando comparado aos outros municípios. Quanto à forma tem-se que a esfericidade média das sementes foi de 66,70 % (64,41 a 68,13 %), e da amêndoa 61,99% (58,05 a 64,38 %). A circularidade média obtida para a semente e a amêndoa foi 59,82 e 53,99 %, respectivamente. Na mesma ordem as variações foram entre 50,28 a 65,18 % e de 47,47 a 54,80 %. Não houve diferença estatística para a esfericidade, massa específica real e aparente da amêndoa, como também para a massa específica real da semente.

Palavras chave: ouriço, semente, amêndoa, propriedades físicas.

ABSTRACT

Brazil nuts are the main non-timber extractive products of the Amazon rainforest. It has great economic and social importance, contributes to the development of agroforestry systems and stands out for its nutritional quality. Due to its relevance, Brazil nut production chain still need quantitative and qualitative information. There is a lack of information regarding the post harvest processes of Brazil nuts, especially regarding technologies for storage processing, in stages prior to industrialization. Aiming that, for the incorporation of new processes in the postharvest area, it is necessary to determine the physical properties, the objective of this work was to characterize the physical properties of the Brazil nut hedgehog, seed and almond produced in the North from the state of Mato Grosso. Native chestnut samples were obtained in January. Hedgehog, seed and almond size and shape characteristics were determined by circularity, sphericity, geometric diameter and volume, and these were obtained from the three characteristic dimensions with the aid of a digital caliper (0.01 mm). From seeds and almonds, the individual mass was also quantified, the mass of 100 (from the seeds and almonds) according to the methodology described in Brazil (2009); porosity by the volume complementation method; the real density by the Archimedes principle; and the bulk density obtained indirectly by the relationship between the actual specific mass and porosity. The moisture content of the hedgehog and the seed was determined by the direct method in a forced air oven. Data were subjected to analysis of variance by F test ($P < 0.05$) and means compared by Tukey test at 5% probability. Regarding the yield variables, a significant difference was observed between the hedgehogs collected in different producing municipalities, especially the municipality of Alta Floresta, which had the highest seed mass values. The results also indicated that there is a significant difference in the physical properties of nuts among the municipalities. The nuts obtained in Alta Floresta have higher individual mass values when compared to other municipalities. Regarding the form, the average sphericity of the seeds was 66.70% (64.41 to 68.13%), and the almond 61.99% (58.05 to 64.38%). The average roundness obtained for seed and almond was 59.82 and 53.99%, respectively. In the same order, the variations ranged from 50.28 to 65.18% and from 47.47 to 54.80%. There was no statistical difference for the sphericity, real and bulk density of the almond, as well as for the real density of the seed.

Key-words: hedgehog, seed, almond, physical properties.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lechytidaceae) é uma das árvores símbolo da Amazônia. As sementes da castanheira ou “castanhas” têm alto valor nutritivo e, são apreciadas internacionalmente podendo ser consumidas “in natura” ou em mistura com outros alimentos (EMBRAPA, 2010). A sua qualidade nutricional e a presença de constituinte de capacidade funcional comprovam a riqueza desta oleaginosa amazônica (SANTOS, 2012). É popularmente conhecida como castanha-do-Pará ou castanha-do-Brasil e mais recentemente castanha-da-Amazônia. Milhares de famílias de extrativistas e produtores rurais utilizam a semente da castanheira, como fonte de renda (SÁ *et al.*, 2008).

A castanheira possui uma grande importância no aspecto social, pois oferece alimento e remédio para comunidades tradicionais, povos indígenas e animais silvestres que ajudam a disseminá-las pelas matas. Os maiores castanhais estão localizados nos Estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso. O Brasil é o segundo maior exportador de castanha-do-Brasil, perdendo apenas para a Bolívia (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

No aspecto econômico, a castanha-do-Brasil é o principal produto extrativista não madeireiro, da região amazônica. Apesar da pouca representatividade no conjunto das exportações brasileiras, a desestruturação dessa rede provoca redução de emprego nas indústrias de processamento da amêndoa e riscos ao sustento das famílias de comunidades extrativistas, a sua venda produz um grande valor para a economia local que têm na coleta de castanha a principal fonte de renda (SANTOS *et al.*, 2009).

Segundo dados publicados pela Conab (2015) a produção brasileira de castanha-do-Brasil, fundamentalmente no que se refere ao comércio, obedece a dois fluxos: o consumo interno e a exportação. Essa relação tem a proporção de 35% para a exportação e 65% para o consumo interno. No caso das exportações, pode-se destacar como principal destino a Bolívia com o produto “in natura” seguido dos Estados Unidos, incluindo castanha beneficiada, Hong Kong, Europa e Austrália. De acordo com dados do IBGE, (2017) o Brasil produziu na safra de 2016/17 de 26.191 toneladas de castanha-do-Brasil, o estado de Mato Grosso foi o 5º maior produtor, com 1.706 toneladas.

A castanha-do-Brasil também é uma espécie promissora para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais e um importante elemento para reabilitação de áreas abandonadas e degradadas na Amazônia Central (COSTA *et al.*, 2009).

A cadeia produtiva da castanha-do-Brasil carece ainda de informações quantitativas e qualitativas sobre o desenvolvimento da espécie florestal. Entender todo o processo da planta é

de suma importância, quando se diz respeito à produção em larga escala, além de fornecer subsídio ao gerenciamento desse bem natural e implantação de novas tecnologias no processo produtivo (CASTRO, 2017). Como alimento, a castanha-do-Brasil possui muitas características importantes para o seu processamento. Entre estas características, as propriedades físicas são as mais importantes para a pós-colheita. Poucos estudos foram realizados na pós-colheita da castanha, principalmente em tecnologias para processamento e armazenamento de castanhas na etapa anterior à indústria. Atualmente, a secagem é feita sob condições inadequadas, expondo o produto em terrenos não pavimentados sob condições climáticas locais desfavoráveis, como alta pluviosidade (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Dada à importância alimentar e econômica da castanha-do-Brasil e visando que para a incorporação de novos processos na área de pós-colheita é necessária à determinação das propriedades físicas, teve-se por objetivo com este trabalho caracterizar as propriedades físicas da castanha-do-Brasil nativa produzida nos municípios de Alta Floresta, Apiacás, Itaúba e Marcelândia.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DO OURIÇO DA CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* H. B. K) NATIVA PRODUZIDA EM DIFERENTES MUNICÍPIOS

1 INTRODUÇÃO

A castanheira-do-Brasil se desenvolve bem em regiões de clima quente e úmido. Os maiores agrupamentos da espécie ocorrem em regiões onde predominam os tipos climáticos tropicais chuvosos com ocorrência de períodos de estiagem definidos, ainda que seja encontrada também em locais de chuva relativamente volumosa durante todo o ano (MULLER, 1995). Considerada como árvore de grande porte, pode atingir alturas de até 50 metros, alcançando na base da árvore diâmetro de até três metros. As árvores adultas são na maioria emergentes e sua copa ultrapassa o dossel da floresta (BENTES, 2007). De acordo com Pennacchio (2006) a castanheira é uma espécie encontrada em solos carentes de nutrientes, desestruturados, drenados e argilosos ou argilo-arenosos. Não é encontrada em áreas com drenagem deficiente nem em solos extremamente compactados, habituando-se bem em terras firmes e altas. Vegeta naturalmente em clima quente e úmido, em áreas com precipitação média entre 1.500 a 2.800 mm ano⁻¹, alternando com vários meses sem chuva.

Os frutos da castanheira são pixídios arredondados, denominados de ouriços. De acordo com a botânica, as sementes não são nozes (castanhas), mas sim caroços de um pixídio. A casca do ouriço, o pericarpo, é duro e resistente. Nos quatro a cinco lóculos existentes, as sementes estão unidas, por meio do funículo, à coluna central do ovário (MORITZ, 1984). É difícil estimar a produção de uma castanheira devido o número de ouriços variarem muito entre anos e entre árvores. De uma maneira geral, o tamanho da árvore está relacionado com a sua produção. Entretanto, isso não é regra, pois existem árvores grandes que produzem poucos ouriços (SHANLEY, 2005).

De acordo com a EMBRAPA (2004) os ouriços são lenhosos de formato esférico com 10 a 15 cm de diâmetro e pesando entre 500 a 1.500 g. Dentro do fruto são encontradas as sementes, em número de 15 a 25, com casca também lenhosa e rugosa, medindo de 4 a 7 cm de comprimento cuja amêndoa é reconhecida pelo elevado valor nutricional. Entretanto não existem muitos trabalhos com a atualização desses valores e menos ainda pesquisas na qual tragam novas tecnologias que contribuam para uma melhor qualidade desse produto.

A floração da castanheira ocorre entre o final da estação seca e durante toda a estação chuvosa, ou seja, entre os meses de outubro a janeiro, mudando de região para região amazônica como, por exemplo, quando se compara o que acontece no oeste do Acre com o leste do Pará (MAPA, 2014). De modo geral, a frutificação ocorre no período entre outubro a março, podendo se ampliar até abril em algumas regiões e o pico de queda dos frutos entre os meses de dezembro a fevereiro. Sendo praticamente impossível a colheita tradicional, dada à

altura das castanheiras e a dúvida quanto à maturidade dos frutos, assim costuma-se coletar os ouriços caídos ao chão (HADDAD *et al.*, 2006). Um dos maiores problemas relacionadas ao sistema extrativista é que após a queda, os ouriços permanecem no solo por longo período de tempo até o momento da coleta e transporte para as unidades de beneficiamento, o que pode provocar elevadas perdas na exportação, por causa do ataque de fungos, principalmente o *Aspergillus flavus*, que pode produzir aflatoxinas (SOUZA *et al.*, 2008).

De acordo com Lorini *et al.* (2017) a manutenção do baixo teor de água em produtos vegetais auxilia no controle do desenvolvimento de microrganismos em produtos vegetais, já que a contaminação é a principal barreira entre a coleta e a comercialização nos mercados internos e principalmente externos, que estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos adquiridos.

Visando a geração de dados quantitativos em relação ao ouriço da castanha-do-Brasil objetivou-se analisar as propriedades físicas do ouriço: teor de água, número e massa de amêndoas por ouriço, tamanho e forma, para comparação entre diferentes municípios produtores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado durante a safra de 2017/2018 na região Norte de Mato Grosso. As amostras da castanha nativa foram obtidas com “castanheiros” nos municípios de Alta Floresta, Apiacás, Itaúba e Marcelândia.

Realizou-se a coleta de amostras no mês de janeiro. Após o procedimento de coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop para preparo, até realização das análises.

Para realizar a comparação entre as diferentes locais foram analisadas as seguintes características físicas dos ouriços:

- a) Dimensões características do ouriço, quantidade de castanha e massa: para cálculos posteriores mediu-se as dimensões do ouriço, sendo, (A) eixo maior, (B) eixo médio, (C) eixo menor, conforme esquematização apresentada na Figura 1. As medidas foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm). Foram avaliados 20 ouriços oriundos de cada município produtor (Alta Floresta, Apiacás, Marcelândia). A exceção foi para os ouriços obtidos no município de Itaúba, onde foi possível avaliar apenas 14 ouriços.
- b) Na sequência os ouriços foram abertos para contagem e, pesagem de castanhas realizada em balança analítica (0,01 g).
- c) Quantificação do teor de água do ouriço e da semente: foi determinado pelo método direto quantificando-se a perda de massa de água durante o processo. Os ouriços foram particionados e triturados obtendo assim amostras que foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 105 °C por 24 horas (AOAC, 2012). Foram realizadas 5 repetições por amostra. As sementes (inteiras) foram trituradas e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 95 °C por 6 horas (AOAC, 2012), sendo 5 repetições por amostra.

A massa das sementes foi corrigida para a umidade comercial da castanha-do-Brasil com teor de água de 7%b.u. De acordo com EMBRAPA (2004) onde considera valores abaixo de 13%b.u. como sendo seguros em termos microbiológicos. Para o ouriço corrigiu-se o teor de água para 14%b.u. Segundo Oliveira e Lobo (2002) para o uso do ouriço como biomassa considera-se a faixa de teor de água abaixo de 20%b.u., e Andrade *et al.*(2017) avaliando o potencial energético da biomassa e carvão vegetal o utilizaram ouriços com teor de água em torno de 11,5%b.u., logo o teor de água aqui considerado está próximo do que está sendo avaliado em outros estudos.

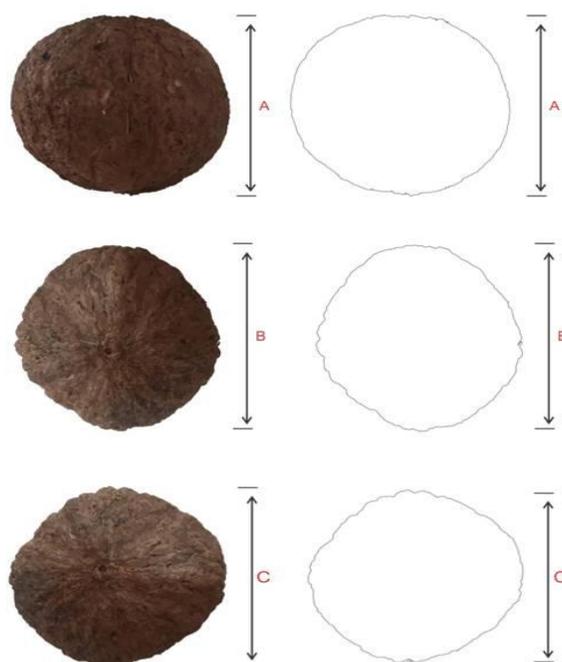


Figura 1. Esquematização das dimensões características do ouriço da castanha-do-Brasil. Em que (A) eixo maior, (B) eixo médio e (C) eixo menor.

- d) Cálculo do volume do ouriço: considerou-se que este se aproxima do formato de um esferóide oblato, o qual possui o semi-eixo de rotação maior que os demais semi-eixos ($a > b, c$), reproduzindo o que foi realizado por Arfeli (2016). O volume de um esferóide oblato é dado pela Equação 1:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times a^2 \times b \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

V - Volume do esferóide oblato, cm;

a - Comprimento do semi-eixo maior, cm;

b - Comprimento do semi-eixo menor, cm.

- e) Com os dados das dimensões do ouriço calculou-se: circularidade, esfericidade e diâmetro geométrico, caracterizando o tamanho e a forma, de acordo com expressões propostas por Mohsenin (1986), descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Equações utilizadas para a determinação do tamanho e forma dos ouriços (MOHSEIN, 1986).

Propriedade	Equação
Circularidade (%)	$Cc = \frac{B}{A} \times 100$
Esfericidade (%)	$Es = \left[\frac{(A \times B \times C)^{\frac{1}{3}}}{10} \right] \times 100$
Diâmetro Geométrico (mm)	$Dg = \left[\frac{(A \times B \times C)^{\frac{1}{3}}}{10} \right]$

Onde: A, B e C referem-se às dimensões características do ouriço, Cc – Circularidade; Es – Esfericidade; Dg - Diâmetro geométrico.

A análise estatística foi realizada com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000), por meio da análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade quando observado significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação das variáveis de rendimento, de tamanho e forma e teor de água dos frutos da castanheira, denominados de ouriços, foram obtidos dados de 14 ouriços do município de Itaúba e 20 ouriços dos municípios de Alta Floresta, Apiacás e Marcelândia.

O rendimento dos frutos da castanheira foi avaliado com relação ao número de castanhas por ouriço, massa das castanhas e massa do ouriço. Observa-se que há diferença significativa entre os municípios (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de variáveis de rendimento e teor de água dos ouriços da castanha-do-Brasil, nativa produzida em diferentes municípios (Alta floresta, Apiacás, Itaúba e Marcelândia), MT. Sinop, 2019.

Município	Número de castanhas	Massa de sementes, g	Massa do ouriço, g	Teor de água do ouriço, %b.u.
Alta Floresta	20,00 B	174,06 C	384,93 C	14,13 A
Apiacás	16,40 A	78,38 A	243,21 A	14,20 A
Itaúba	16,50 A	135,66 B	279,68 AB	18,81 C
Marcelândia	21,25 B	122,27 B	313,93 B	15,59 B
Média	18,54	127,59	305,44	15,68
Fcalculado	10,30*	41,22*	13,95*	134,11*
C.V. (%)	17,01	21,66	22,55	2,70

^{n.s.} Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em pesquisa realizada por Carvalho *et al.* (2017) em três regiões do estado de Roraima, foi verificada diferença significativa entre as regiões para o número de sementes, onde obtiveram valores médios de 15 a 21 sementes por ouriço, sendo esses similares aos encontrados neste trabalho no qual foi observado valor médio de 18 sementes por ouriço.

Os ouriços atualmente são mais utilizados para a confecção de artesanatos, mas há vários trabalhos verificando a utilização do ouriço como biomassa, sendo esta uma opção muito interessante, pois grande parte dos ouriços são abandonados em áreas de florestas. Oliveira e Lobo (2002) constataram poder calorífico superior de 19.769 KJ kg⁻¹ com teor de água na faixa

de 20 %b.u. Se convertido este valor em energia térmica e posteriormente em elétrica, tem-se um valor aproximado de 1.264,03 Kw h⁻¹ de energia elétrica, este valor facilitaria a implantação de vários projetos agrícolas em pequenas propriedades rurais, ou para outros fins.

Ouriços com quantidade maior de massa são mais interessantes, pois geram quantidade maior de biomassa, ficando evidente neste estudo que os frutos com maior massa são os produzidos em Alta Floresta, sendo a média deste superior 21 % a média geral.

Conforme dados da Tabela 2, há uma relação crescente entre a massa dos ouriços, número de castanhas e massa das castanhas, ou seja, ouriços com massa maiores também são os com quantidade de semente e massa de sementes superior.

O teor de água nos ouriços está relacionado com o controle fitossanitário, pois quanto menor o teor de água no produto, menor o risco de contaminação por fungos toxicogênicos, pois eles têm preferência por alto teor de água e elevadas temperatura, o teor de água médio observado neste trabalho foi de 15,68 %b.u. O estado de Mato Grosso possui condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de fungos, logo, associado com baixa tecnologia empregada na área de colheita da castanha-do-Brasil, há grande probabilidade dos frutos dentro do ouriço serem contaminados.

As amostras dos frutos da castanha produzida no município Itaúba, apresentou o teor de água mais elevado (18,81%b.u.) sendo o teor de água aproximadamente 20% superior a média, e os produzidos nos municípios de Alta Floresta e Apiacás com o teor de água menor em torno de 14%b.u.. Após a queda dos ouriços da castanha nativa eles ficam por muito tempo no solo antes da coleta, e dependendo das condições, podem perder umidade. Os ouriços foram adquiridos nos locais de comercialização, tendo passado por secagem prévia no sol.

Correlacionando o fato de ser fundamental o controle do teor de água e que há a necessidade de implantação de novas tecnologias no período pós-colheita da castanha-do-Brasil para que seja efetivo esse controle, Nogueira (2011) diz que a utilização de secadores por convecção, que operem com ar aquecido é viável, pois para alimentação do mesmo pode-se aproveitar o ouriço como biomassa.

Com relação às propriedades de tamanho e forma do ouriço (Tabela 3), há diferença significativa nas variáveis: diâmetro geométrico, volume, circularidade e esfericidade. O município de Apiacás é o que apresenta ouriços de menor tamanho e forma, e os municípios de Itaúba e Marcelândia apresentam ouriços com valores similares quanto a essas propriedades.

Tabela 3. Valores médios observados de tamanho e forma dos ouriços de castanha-do-Brasil, nativa produzida em diferentes municípios. Sinop, 2019.

Município	Diâmetro geométrico, mm	Volume, cm ³	Esfericidade, %	Circularidade, %
Alta Floresta	10,57 C	636,22 B	97,57 B	98,02 B
Apiacás	9,27 A	452,68 A	94,40 A	93,37 A
Itaúba	9,79AB	562,74 B	95,33 AB	96,00 AB
Marcelândia	10,00 BC	549,32 AB	95,98 AB	96,34 AB
Média	9,91	550,24	95,82	95,93
Fcalculado	13,61*	9,44*	3,42*	3,64*
C.V. (%)	6,56	19,96	3,35	4,69

n.s. Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificada grande discrepância dos valores das características de tamanho e forma, entre os municípios produtores. Valores considerados elevados foram observados para as propriedades esfericidade e circularidade sendo a média de 95,82 e 95,93 % respectivamente, evidenciando que o formato dos ouriços se aproxima de uma esfera.

Faustino e Wadt (2014) analisaram o pericarpo da *Bertholletia excelsa* avaliando seu potencial para os diversos usos como madeira ou combinados com resíduos madeireiros, na confecção de laminas e aglomerados, tendo como resultado a dureza de 3.454,52 N e resistência à compressão de 185,90 MPa, constatando assim que o material apresenta viabilidade para utilização como componente de elementos estruturais de madeira, visto que é uma matéria-prima em abundância na região amazônica e com propriedades mecânicas similares ou superiores a algumas madeiras. O aproveitamento do ouriço para tal uso seria outra forma de agregação de valor a essa cadeia extrativista.

Por se tratar de diferentes áreas de produção, com tipos de características de solo, precipitação e fertilidade distintas, além de castanheiras de diferentes idades e conseqüentemente produtividades, a diferença entre os frutos já era esperada, mas vale salientar que as propriedades avaliadas são importantes para a evolução das tecnologias empregadas ao longo do sistema produtivo, principalmente no dimensionamento de equipamentos na pós-colheita.

4 CONCLUSÕES

- Quanto às variáveis de rendimento, foi constatada diferença significativa entre os ouriços de castanha-do-Brasil coletados em diferentes municípios produtores.
- Frutos que apresentam maior massa possuem maior número e massa de sementes.
- Os frutos com maior valor de massa são os produzidos no município de Alta Floresta. O município de Apiacás é o que apresenta ouriços de menor tamanho e formato mais irregular.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F.; SAMPAIO, J. S.; CARMONA, I.; MOTA Junior, S. M. O. Potencial energético da biomassa e carvão vegetal de resíduos de castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). *In*: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, 3. 2017. Fortaleza.

Anais[...]Fortaleza: CBCTEM, 2017. 9 p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIALANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC**. 15. Ed. Arlington: AOAC, 1990. 771 p.

BENTES, E. S. **Extrativismo da castanha-do-Brasil (*Bertholletia Excelsa* Hubl.) na reserva de desenvolvimento sustentável Piagaçu-Purus**. 2007. 226 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil**, Brasília: 2004. 61 p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA.

FAUSTINO, C. L; WADT, L. O. Resistência mecânica do pericarpo de frutos de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Icycythidaceae). **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 05, n. 01, p. 25-33, 2014.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR, pacote computacional).

HADDAD, C. J.; BONELLI, M. F.; PRADO, O. **Projeto castanha-do-Brasil**. Amapá: FGV EAESP Pesquisa, 2006. 38p. (Série: Projeto conexão local - Ano II).

LORINI, A.; WOBETO, C.; ROSA, C. C. B.; PEREIRA, M.; BOTELHO, S. C. C. Qualidade microbiológica e físico-química de castanhas-do-Brasil. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v.31, n.264/265, p. 127-131, Jan./Fev. 2017.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA/ACS. **Castanha-do-Brasil – Boas Práticas para o Extrativismo Sustentável orgânico**. Brasília: 2014. 41 p. (Série: Cadernos de Boas Práticas para o Extrativismo Sustentável Orgânico).

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach scienc puublishers Inc., 1986. 734p.

MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da castanha-do-Brasil**. EMBRAPA-CPATU, Belém, 1984, 82p.

MULLER, C. H.; FIGUÊIREDO, F. J. C.; KATO, A. K.; de CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B. **Castanha-do-Brasil**. Belém:EMBRAPA/CPATU, 1995. 63 p. (Coleção Plantar, 65).

PENNACCHIO, H. L. **Castanha-do-Brasil: Proposta de preço mínimo safra2006/2007**. Brasília: Editora Mapinguari. 2006. p. 8 -10.

SHANLEY, P. **Castanheira *Bertholletia excelsa* Bonpl. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005, 14 p.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; LIMA, R. M. B. **Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. &Bonpl)**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2008. 4 p. (EMBRAPA-CPAA. Comunicado Técnico, 63).

CARVALHO, G. F.; DURIGAN, M. F. B.; GUIMARÃES, P. V. P. Caracterização da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em três regiões extrativistas de Roraima. *In: Congresso Brasileiro de Agronomia*, 30. 2017. Fortaleza. **Anais[...]**Fortaleza: CBA, 2017. 5 p.

OLIVEIRA, J. M. C. LOBO, O. P. C. Avaliação do potencial energético de resíduos de biomassa AMAZÔNICA. *In: Encontro de Energia no Meio Rural*, 4. 2002. Itajubá. **Anais[...]**Itajubá: AGRENER, 2012. 7 p.

OLIVEIRA, D. M.; ARNEZ, R. I. T.; MOREIRA, P. N. C.; SANTOS, Z. T.; MAIA, M. B. R. A Importância Comercial da Castanha-da-Amazônia para a Região Norte e o Mercado Externo. *In: Congresso da sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 48. 2010. Campo Grande. **Anais[...]** Campo Grande: SOBER, 2010. 4 p.

CAPÍTULO II

PROPRIEDADES FÍSICAS DA CASTANHA-DO-BRASIL: AVALIAÇÃO DO LOCAL DE PRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A castanheira é uma espécie nativa da Amazônia, que tem por habitat as terras não inundáveis (terra firme). É uma árvore cujo fruto apresenta alto valor alimentar e com expressão no comércio internacional, constituindo-se em um dos principais produtos extrativistas da pauta de exportação da Amazônia (SALOMÃO, 2009). De acordo com Chaves (2007) a castanheira é uma espécie produzida principalmente em solos pobres, tendo acentuada preferência por terras altas e de características argilosas e argilo-silicosas, sendo que sua maior ocorrência é em solos de textura média a pesada. Os solos para a cultura devem ser profundos, bem drenados, de textura média, topografia levemente ondulada e não estarem sujeitos a inundações.

De acordo com Diniz e Bastos (1974) *apud* Camargo (2010) a castanheira é encontrada com maior densidade principalmente em regiões submetidas aos tipos climáticos Aw (Tropical de savana) e Am (Tropical Monçônico), com temperaturas médias anuais entre 24 e 27 °C, evidenciando que esta espécie encontra boas condições de desenvolvimento em clima tropical úmido, notadamente naqueles sujeitos a períodos anuais de relativa estiagem.

A castanheira-do-Brasil é uma espécie de grande porte que ocupa o dossel superior da floresta sendo, desta forma facilmente destacada na paisagem. Uma árvore adulta chega a atingir mais de 50 m de altura tendo, em sua base, um diâmetro médio de 2 m. Entretanto, existem registros de plantas que ultrapassam 60 m de altura com diâmetro de mais de 4 m na base. No entanto, estudos apontam que o pico da produção ocorre em plantas com diâmetro a altura do peito (DAP) entre 1,7 a 2,0 m. Dentre as plantas de maior porte podem ser encontrados indivíduos com idade estimada entre 800 a 1.200 anos (EMBRAPA, 2004).

A colheita é dificultada tanto pelo elevado porte das plantas, como também pelo risco de serem colhidos frutos imaturos, o recomendado é coletar os frutos caídos no chão, que estarão completamente maduros (MULLER, 1995). Um dos maiores problemas relacionados ao sistema extrativista é o de que após a queda, os ouriços permanecem no solo entre as folhas por longo tempo, com grandes possibilidades de contaminações por fungos toxigênicos que em alguns casos podem produzir as micotoxinas (ARFELI, 2016).

De acordo com Nogueira *et al.* (2014) a qualidade visual ou qualidade física é aquela - relacionada ao aspecto do produto, sendo considerada como mais importantes a cor, a forma, o tamanho entre outras propriedades. A qualidade nutricional refere-se aos compostos que são de interesse no produto como, por exemplo, o teor de vitaminas, sais minerais, gorduras, proteínas. Com relação à qualidade comercial, ela inclui qualidade visual, nutricional, física e

existe também a necessidade de adequar o produto a leis em vigor, principalmente com relação ao controle de contaminação das amêndoas.

Segundo Nogueira (2011) conhecer as propriedades físicas do produto é o primeiro passo para as pesquisas em pós-colheita com a castanha-do-Brasil. A determinação das propriedades físicas é necessária para o desenvolvimento de equipamentos de secagem e armazenagem, sistemas de aeração e transportes de produtos. A massa específica aparente é utilizada no cálculo da capacidade dos sistemas de transportes e de armazenagem, enquanto a massa específica real é uma informação útil para equipamentos de separação. A porosidade da massa determina a resistência do fluxo de ar durante a secagem e a aeração.

Visto a importância do conhecimento das características físicas, objetivou-se determinar as propriedades físicas da semente e da amêndoa da castanha-do-Brasil nativa produzida em diferentes municípios do estado de Mato Grosso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de castanha-do-Brasil obtidas de castanhais dos municípios de Alta Floresta, Apicás, Itaúba e Marcelândia. Por ser nativa a coleta das castanhas é realizada em meio à mata localizada na região amazônica, a colheita neste sistema ocorre de forma aleatória depois que o ouriço cai no chão.

Após obtenção das amostras, estas foram encaminhadas ao Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop para determinação das propriedades físicas, sendo analisadas as seguintes características:

- a) Quantificação do teor de água: foi realizada pelo método direto, onde as amostras de sementes inteiras foram trituradas, ainda com casca, e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 95 °C por 6 horas (AOAC, 2012). Foram realizadas 5 repetições por amostra.
- b) As dimensões características das sementes e amêndoas foram obtidas pela medição, com paquímetro digital (0,01 mm), conforme esquema demonstrado na Figura 1. Foram coletadas ao acaso 20 (vinte) sementes e amêndoas.
- c) Para o cálculo do volume da castanha considerou-se que a mesma se aproxima do formato de um esferóide prolato, o qual possui o semi-eixo de rotação menor que os demais semi-eixos ($a > b, c$). O volume de um esferóide prolato é dado pela Equação 1:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times a \times b^2 \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

V - Volume do esferóide prolato, cm;

a - comprimento do semi-eixo maior, cm;

b - comprimento do semi-eixo menor, cm.

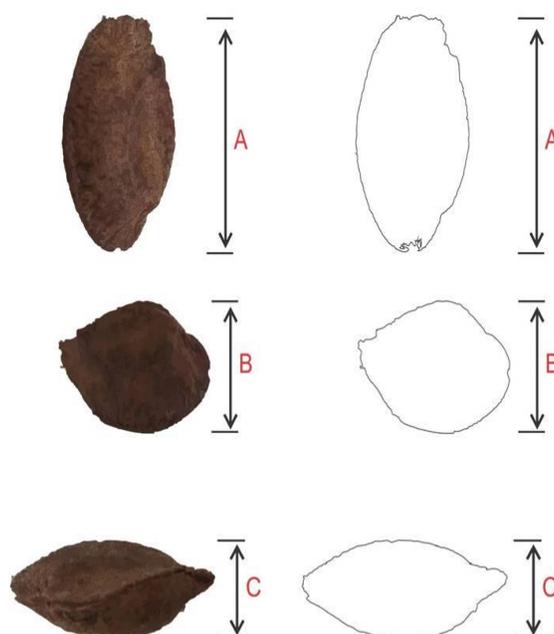


Figura 1. Desenho representativo das dimensões características da castanha-do-Brasil considerada um esferóide prolato (A) eixo maior; (B) eixo médio e (C) eixo menor.

- d) Com os dados das dimensões das sementes e amêndoas calculou-se: circularidade, esfericidade e diâmetro geométrico, caracterizando o tamanho e a forma da castanha-do-Brasil, de acordo com expressões propostas por Mohsenin (1986), descritas na Tabela 1.
- e) A massa individual da castanha foi determinada em balança analítica (0,001 g). Foram pesadas 20 sementes e amêndoas.
- f) A massa de 100 castanhas das sementes e amêndoas foi obtida pela média de 8 repetições de 10 castanhas, multiplicada por 10, conforme Regras de Análise para Sementes (BRASIL, 2009).
- g) A massa tanto individual como a de 100 castanhas foi corrigida para a umidade comercial da castanha-do-Brasil com teor de água de 7%b.u. de acordo com o Programa de Alimentos Seguros (2004) onde considera valores que estão abaixo de 13%b.u. como sendo considerados seguros do ponto de vista microbiológico.

Tabela 5. Equações utilizadas para a determinação do tamanho e forma das sementes e amêndoas (Mohsenin, 1986),

Propriedade	Equação
Circularidade (%)	$Cc = \frac{B}{A} \times 100$
Esfericidade (%)	$Es = \left[\frac{(A \times B \times C)^{\frac{1}{3}}}{10} \right] \times 100$
Diâmetro Geométrico (mm)	$Dg = \left[\frac{(A \times B \times C)^{\frac{1}{3}}}{10} \right]$

As letras A, B e C referem-se às dimensões da semente e amêndoa; Cc-Circularidade; Es-Esfericidade e Dg-Diâmetro geométrico.

- h) A massa específica real foi determinada pelo princípio de Arquimedes, onde 15 sementes e amêndoas, e de massa previamente aferida foram introduzidas uma a uma, com auxílio de um suporte, em um líquido de densidade conhecida. Utilizou-se o óleo de soja ($\rho_{\text{óleo}} 891 \text{ kg m}^{-3}$). Assim, foi determinado o volume deslocado pela castanha a partir da análise da massa deslocada, e por fim obteve-se a massa específica unitária utilizando a equação:

$$\rho_{\text{real}} = \frac{M_{\text{amostra}} \rho_{\text{óleo}}}{M_{\text{óleo}}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

ρ_{real} - massa específica real, kg m^{-3} ;

m_{amostra} - massa da castanha, g;

$\rho_{\text{óleo}}$ - massa específica do óleo de soja, kg m^{-3} ;

$m_{\text{óleo}}$ - massa do óleo, g.

- i) A porosidade das sementes e amêndoas de castanha-do-Brasil foi obtida pelo método da complementação de volume por líquido, utilizando óleo de soja como referência. O volume referência foi de 300 mL. As amostras foram dispostas em um recipiente e depois adicionou-se o óleo até a complementação do volume. Para realizar a leitura do volume do líquido de complementação utilizou-se uma proveta graduada, foram realizadas três repetições por amostra

- j) A massa específica aparente foi calculada de maneira indireta utilizando a equação descrita por Mohsenin (1986), a qual relaciona a massa específica unitária (ρ_{Hg}) e a porosidade para a determinação da massa específica aparente.

$$\rho_{ap} = \rho_{real} \cdot (1 - \varepsilon) \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

ρ_{ap} - massa específica aparente, kg m^{-3} ;

ρ_{real} - massa específica real, kg m^{-3} ;

ε - porosidade, %.

A análise estatística das propriedades físicas foi realizada com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000), por meio da análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade quando observado significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar as características físicas das sementes e das amêndoas da castanha-do-Brasil produzidas em Alta Floresta, Apicacás, Marcelândia e Itaúba, realizou-se a análise de variância estatística pelo teste F e teste de média (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Valores médios observados para propriedades físicas e de tamanho e forma de semente da castanha-do-Brasil nativa produzida em diferentes municípios. Sinop, 2019.

Propriedades físicas da semente						
Município	Massa específica real, kgm ⁻³	Massa específica aparente, kgm ⁻³	Massa de 100 sementes, g	Massa individual, g	Porosidade, %	Teor de água, %b.u.
Alta Floresta	916,86 ^{n.s}	503,36 B	943,87 D	8,68 B	45,11 A	7,67 A
Apicacás	933,77	454,47 A	477,25 A	4,53 A	51,33 B	7,80 AB
Itaúba	926,89	484,76 B	730,06 C	6,07 A	47,78 AB	8,62 B
Marcelândia	924,75	488,47 B	597,04 B	5,89 A	47,22 A	8,73 B
Média	925,57	482,76	687,05	6,54	47,86	8,20
Fcalculado	0,38 ^{n.s}	11,45*	728,36*	17,42*	10,62*	39,59*
C. V %	4,81	4,86	1,87	29,49	2,87	5,68
Tamanho e forma da semente						
Município	Diâmetro geométrico, mm	Volume, cm ³	Esfericidade, %	Circularidade, %		
Alta Floresta	2,80 B	9,13 B	67,75 AB	63,97 B		
Apicacás	2,41 A	5,41 A	66,52 AB	65,18 B		
Itaúba	2,60 AB	7,61 AB	68,13 B	50,28 A		
Marcelândia	2,80 B	9,17B	64,41 A	59,86 B		
Média	2,65	7,83	66,70	59,82		
Fcalculado	9,89*	7,52*	2,97*	19,58*		
C. V %	9,83	36,90	6,52	11,42		

^{n.s.} Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme dados da Tabela 6 verifica-se que houve diferença significativa entre as propriedades físicas analisadas a exceção da massa específica real. Logo, tem-se que há diferença da semente da castanha entre os municípios produtores com relação às propriedades massa de 100 castanhas, massa individual da castanha, porosidade, teor de água e massa específica aparente.

Com relação à massa de 100 sementes obteve valores bem distintos. A castanha-do-Brasil do município de Alta Floresta é a que possui maior massa, sendo esta 37 % superior a média entre os municípios avaliados, e a semente da castanha do município de Apiacás é a que apresenta a menor massa, ou seja, 30 % menor que a média geral. Conseqüentemente, também foi observada diferença da massa individual da semente entre os municípios produtores. Das amostras coletadas nos diferentes municípios, a que apresentou maior valor para a massa individual também foi de Alta Floresta, sendo 58 % maior do que a média dos demais municípios.

Observou-se diferença estatística quanto à porosidade. As sementes coletadas nos municípios de Apiacás (51,33 %) e Itaúba (47,78 %) apresentaram maior porosidade. Nogueira (2011) analisando a porosidade de semente da castanha-do-Brasil oriunda do município de Itaúba - MT, encontrou valor médio de 46,88%, sendo este valor similar ao observado neste estudo. Arfeli (2016) em trabalho realizado com castanha deste mesmo município, realizando duas coletas ao longo da colheita, obteve valor médio de 44%, sendo este 8 % inferior a média geral das castanhas oriundas dos municípios avaliados neste trabalho.

Nogueira (2011) cita que a determinação da porosidade é importante porque ter influência direta na resistência da massa ao fluxo de ar durante a secagem e a aeração do produto. Santos *et al.* (2012) complementa que a porosidade influencia no dimensionamento dos ventiladores dos sistemas de secagem e na utilização adequada da potência dos motores.

Bordignon (2009) relata que a porosidade de grãos tem relação intrínseca com a respiração de grãos, tal interação se dá pela utilização do oxigênio presente no espaço intergranular, além de também influenciar na condutividade térmica, através da troca de calor entre as massas dos grãos. Assim como a porosidade exerce influência sobre a massa de grãos também terá comportamento similar sobre a massa de sementes de castanhas.

O teor de água encontrado nas castanhas-do-Brasil variou de 7,67 a 8,73%b.u., estando dentro da faixa considerada como adequada, conforme recomendação da Embrapa (2004) na qual cita que valores abaixo de 13%b.u. são considerados seguros.

Arfeli (2016) em seu trabalho determinou o teor de água médio para a castanha nativa de 3,46%b.u. logo ao comparar os resultados, o teor de água da castanha-do-Brasil observado pelo autor é 58 % menor do que a média encontrada no presente trabalho. Entretanto destaca-se que neste estudo as castanhas foram obtidas ainda dentro do ouriço, o que impede a secagem completa das sementes.

De acordo com Álvares *et al.* (2012) o teor de água das castanhas é um fator que pode favorecer a proliferação de fungos, inclusive os produtores de aflatoxinas. Por isso, necessariamente as castanhas devem passar por um período de secagem após a coleta. Labuza (1980) cita que o valor fixado para a baixa atividade de água da amêndoa é em torno de 3%b.u.

No que diz respeito ao formato da semente e da amêndoa foram observados valores para a esfericidade variando de 64,41 a 68,13 % nas sementes e de 58,05 a 64,38 % nas amêndoas. Para a propriedade circularidade foram obtidos valores entre 50,28 a 65,18 % em sementes e 47,47 a 54,80 % para amêndoas, Nogueira (2011) obteve valor médio de esfericidade para sementes de 66,40 % e amêndoas de 51,59 % e para a circularidade de 63,00 e 47,72% para semente e amêndoa respectivamente, valores esses similares aos encontrados neste trabalho, a exceção é quanto à esfericidade das amêndoas.

Em pesquisa realizada por Piero (2018) constatou-se que a casca da semente da castanha-do-Brasil tem viabilidade para a produção de carvão ativado, pois houve a carbonização necessária para a produção do carvão. Deste modo há alternativa para a incorporação de valor, além da venda da castanha-do-Brasil. Isto demonstra que mais pesquisas devem ser realizadas com o intuito de agregar tecnologia no processamento da castanha.

Na análise física das amêndoas foi observado que há diferença significativa entre a massa de 100, massa individual, porosidade. Não sendo constatada diferença significativa entre massa específica real e aparente das amêndoas produzidas nos municípios analisados (Tabela7).

Nogueira (2011) encontrou valores de 947 kg m⁻³ para a semente e 1.003 kgm⁻³ para a amêndoa, para a propriedade massa específica real. Neste trabalho para esta mesma propriedade, foram observados valores entre 916,86 a 933,77 kgm⁻³ para a semente, 1.002,44 a 1.033,88 kgm⁻³ para as amêndoas da castanha.

A análise estatística realizada não detectou diferença significativa para a massa específica real entre os municípios avaliados tanto para a semente quanto para a amêndoa, esta propriedade é importante pelo fato de facilitar o dimensionamento de equipamentos, além de evitar o superdimensionamento, já que poderia ter um valor mais exato e usual para a realização dos cálculos.

Nota-se na Tabela 7 que em relação à massa de 100 amêndoas houve diferença significativa entre os municípios, comportamento igual ao da semente no qual é observado

valor superior das castanhas obtidas no município de Alta Floresta apresentando valores 35 % superior do que a média geral dos municípios avaliados (469,84 g). Comparando a semente e a amêndoa constata-se que em média o valor da semente é o dobro da amêndoa. Evidenciando a importância de estudos para utilização da casca, visto o grande volume gerado no beneficiamento para obtenção das amêndoas.

Tabela 7. Valores médios observados para propriedades físicas e de tamanho e forma da amêndoa da castanha-do-Brasil nativa produzida em diferentes municípios. Sinop, 2019.

Propriedades físicas da amêndoa					
Município	Massa específica real, kgm ⁻³	Massa específica aparente, kgm ⁻³	Massa de 100 amêndoas, g	Massa individual, g	Porosidade, %
Alta Floresta	1.002,44 ^{n.s}	598,15 ^{n.s}	469,84 C	4,79 C	40,33 A
Apiacás	1.025,20	585,49	261,75 A	2,64 A	42,89 AB
Itaúba	1.010,09	589,29	346,26 B	3,96 B	41,66 AB
Marcelândia	1.033,88	588,17	324,68 B	3,43 B	43,11 B
Média	1.017,90	590,27	350,63	3,70	42,00
Fcalculado	0,59 ^{n.s}	0,26 ^{n.s}	147,62*	36,28*	3,97*
C. V %	7,07	7,10	3,54	18,07	2,65
Tamanho e forma da amêndoa					
Município	Diâmetro geométrico, mm	Volume, cm ³	Esfericidade, %	Circularidade, %	
Alta Floresta	2,50 C	6,67 B	62,78 ^{n.s}	56,38 B	
Apiacás	1,69 A	3,10 A	62,74	54,80 B	
Itaúba	1,97 B	3,55 A	64,37	57,32 B	
Marcelândia	1,81 A	3,67 A	58,05	47,47 A	
Média	1,99	4,25	61,98	53,99	
Fcalculado	77,73*	31,38*	2,39*	7,16*	
C. V %	9,06	30,64	12,73	13,84	

^{n.s.} Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Santos (2012) em pesquisa realizada em Belém do Pará observou valor médio de 3,81 g por amêndoa de castanha-do-Brasil. As amêndoas coletadas no estado de Mato Grosso para este trabalho, apresentaram valor médio 2,84 % menor do que as coletadas no Pará. Entretanto nos municípios de Alta Floresta e Itaúba quantificou-se valores, respectivamente, 26 e 4 % superiores (Tabela 7).

Ferreira *et al.* (2006) avaliando castanhas coletadas no município de Laranjau do Jarí no estado do Amapá, encontraram valores de massa de amêndoa de 5,63 g, e massa da semente de 11,88 g, do qual 48% da massa correspondia a amêndoa e, 52% a casca da castanha (epicarpo). Comparando esses resultados com os valores médios encontrados no presente trabalho observou-se que estes são superiores 52 % quanto à amêndoa e, 82% em relação à semente.

De acordo com a Tabela 7 houve diferença significativa para a porosidade observa-se ainda em relação aos valores de, sendo que o menor valor encontrado para esta propriedade foi de 40,33% (Alta Floresta) e o maior foi de 43,11% (Marcelândia).

O diâmetro geométrico e volume das castanhas diminuem após a retirada da casca, porém o formato permanece o mesmo, como por exemplo, o valor médio do diâmetro geométrico e do volume diminuiu 25 e 46 %, respectivamente, enquanto que circularidade diminuiu 10 % e a esfericidade 7 %.

Em pesquisa realizada por Costa (2017) em uma comunidade localizada no estado do Amazonas, a qual possui como principal fonte renda a extração da castanha-do-Brasil concluiu que a coleta da castanha é realizada de maneira tradicional, com pouca tecnologia empregada. Isso aumenta o número de perda durante o processo de produção. Além disso, o trabalho se torna dificultoso e desgastante, logo se percebe que a rede de extrativismo da castanha necessita de mais estudos e investimento em tecnologias, visando à facilitação do processo todo, bem como a capacitação dos que utilizam esse fruto como fonte de renda.

Barbosa e Moret (2016) citam que a maioria das famílias não sobreviverem economicamente apenas com produção da castanha-do-Brasil, devido aos preços de comercialização serem baixos, uma vez que as práticas econômicas ainda são rudimentares e o mercado não absorve produtos florestais com preços que incorporem a biodiversidade, além disso há poucas atividades desenvolvidas numa perspectiva de cadeia produtiva, ou seja, caso uma cadeia produtiva mais completa fosse implementada, os resultados seriam distintos. Assim observa-se que novamente novas pesquisas devem realizadas, com o intuito que a cadeia

produtiva possa agregar mais produtos e subprodutos incluindo técnicas de beneficiamento e processamento.

De acordo com informações publicadas pela EMBRAPA (2004) há uma grande preocupação em relação ao beneficiamento da castanha-do-Brasil, os principais problemas identificados dizem respeito à contaminação por bactérias de origem fecal e por aflatoxinas. A microbiota das amêndoas pode incluir bactérias potencialmente patogênicas como *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* que podem contaminar as castanhas ao longo de toda a cadeia produtiva, principalmente nas etapas onde ocorre maior manipulação, como é o caso do beneficiamento, em indústrias não automatizadas.

De forma geral, tem-se que os dados referentes ao tamanho e forma possuem diferença significativa entre as propriedades: diâmetro geométrico, volume e circularidade. Mas já em relação à esfericidade não foi encontrada diferença significativa entre os diferentes municípios produtores. Esses dados são de relevante importância para etapa de pós-colheita, pois com a definição desses parâmetros é facilitado o dimensionamento de equipamentos utilizados no processamento da castanha-do-Brasil.

A realização de estudos da qualidade da castanha-do-Brasil é um dos elos para a resolução desses problemas, pois a partir do conhecimento das propriedades físicas equipamentos podem ser dimensionados para o beneficiamento desse fruto, o que proporcionaria um melhor controle da qualidade do produto.

4 CONCLUSÕES

- As propriedades físicas da semente e da amêndoa diferem entre municípios produtores, a exceção da massa específica real da semente e, massa específica real e aparente da amêndoa.
- A castanha-do-Brasil coletada em Alta Floresta é a que apresenta maiores valores para as propriedades de massa de 100 sementes, massa individual da semente, massa de 100 amêndoas, massa individual da amêndoa como também de volume da amêndoa, em contrapartida a coletada no município de Apicás apresentou os menores valores para a maioria dessas propriedades físicas.
- Não foi observado variação expressiva entre as propriedades de tamanho e forma da semente.
- O teor de água das castanhas comercializada em diferentes municípios do Norte de Mato Grosso difere de forma significativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V. S.; CASTRO, I. M.; COSTA, D. A.; LIMA, A. C.; MADRUGA, A. L. S. Qualidade da castanha-do-Brasil do comércio de Rio Branco, Acre. **Acta Amazonica**. Manaus, v. 42. n. 2. 269-274, 2012.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC**. 18. Ed. Washington: AOAC, 2008.

ARFELI, M. J. **Caracterização qualitativa de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* h. b. k) nativa e enxertada**. 2016. 61 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso. Sinop, 2016.

BARBOSA, M. A. M.; MORET, A. S. Produção e comercialização da castanha do Brasil: economia e disponibilidade financeira (subsistência das famílias residentes em reservas extrativistas). **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 413 – 428, out. 2015/mar. 2016.

BORDIGNON, B. C. S.; **Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. Dissertação (mestrado em agronomia), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria - RS, 2009.

CAMARGO, F. F. **Etnoconhecimento e variabilidade morfológica de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* bonpl.: lecythidaceae) em área da amazônia Mato-grossense**. 2010. 132 p. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais e Ambientais). Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2010.

CHAVES, N. **Cultivo da Castanha-do-Brasil**. Dossiê Técnico. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. Universidade de Brasília, outubro 2007. 23 p.

COSTA, M. S. B. **O Ambiente e a Castanha-do-brasil (*Bertholletia Excelsa* Bonpl.) na Comunidade São Sebastião do Igapó Açú: Um Estudo na RDS Igapó Açú, Borba-AM**. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia.). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017.

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil**, Brasília: 2004. 61 p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR, pacote computacional).

FERREIRA, E.; SILVEIRA, C. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. v.17, n.2, p.203-208, abr./jun. 2006

LABUZA, T. P. The effect of water activity on kinetics of food deterioration. **Food Technology**, v.39, n.4, p. 36-41, 1980.

NOGUEIRA, R. M.; ÁLVARES, V. S.; RUFFATO, S. LOPES, R. P.; SILVA, J. S. Propriedades físicas da amêndoa da castanha-do-Brasil. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.34. n.5. p. 963-971, set./out., 2014.

NOGUEIRA, R. N. **Secagem da castanha-do-Brasil em condições de floresta e carbonização do resíduo do fruto da castanheira**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2011. 151 p.

MULLER, C. H.; FIGUÊIREDO, F. J. C.; KATO, A. K.; de CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B. **Castanha-do-Brasil**. Belém:EMBRAPA/CPATU, 1995. 63 p. (Coleção Plantar, 65).

PIERO, I. R. A. D. **Produção de carvão a partir do ouriço e cascada castanha-do-Pará**. 2018. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação e Meio Ambiente). Ariquemes, 2018.

SALOMÃO, R. P. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. **Ciências Naturais**. Belém, v. 4. n. 1. p. 11-25, jan./abr. 2009.

SANTOS, V. O. **Estudo das Potencialidades da Castanha-do-Brasil: Produtos e Subprodutos**. Tese (Doutorado Ciências Farmacêuticas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 215 p.

SANTOS, C. C.; CANEPPELE, C.; SILVA, E. M. B.; CORDOVA, N. R. M. Massa específica e porosidade de grãos pelo método de complementação de líquidos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012.

CONCLUSÕES GERAIS

- Quanto às variáveis de rendimento, foi constatada diferença significativa entre os ouriços de castanha-do-Brasil coletados em diferentes municípios produtores.
- Frutos que apresentam maior massa possuem maior número e massa de sementes.
- Os frutos com maior valor de massa são os produzidos no município de Alta Floresta. O município de Apiacás é o que apresenta ouriços de menor tamanho e formato mais irregular.
- As propriedades físicas da semente e da amêndoa diferem entre municípios produtores, a exceção da massa específica real da semente e, massa específica real e aparente da amêndoa.
- A castanha-do-Brasil coletada em Alta Floresta é a que apresenta maiores valores para as propriedades de massa de 100 sementes, massa individual da semente, massa de 100 amêndoas, massa individual da amêndoa como também de volume da amêndoa, em contrapartida a coletada no município de Apiacás apresentou os menores valores para a maioria dessas propriedades físicas.
- Não foi observado variação expressiva entre as propriedades de tamanho e forma da semente.
- O teor de água das castanhas comercializada em diferentes municípios do Norte de Mato Grosso difere de forma significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES

CASTRO, D. A. **Repartição de nutrientes e selênio na castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2017. 58p.

CONAB. Indicadores da Agropecuária. **Observatório Agrícola**. Brasília, n.5. 2016. 102 p.

COSTA, J. R.; CASTRO A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; de SOUZA S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v. 39. n. 4. p. 843-580, 2009.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (2017). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 9julho de 2019.

NOGUEIRA, R. N. **Secagem da castanha-do-Brasil em condições de floresta e carbonização do resíduo do fruto da castanha**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2011.

OLIVEIRA, D. M.; ARNEZ, R. I. T.; MOREIRA, P. N. C.; SANTOS, Z. T.; MAIA, M. B. R. A Importância Comercial da Castanha-da-Amazônia para a Região Norte e o Mercado Externo. *In*: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48., 2010. Campo Grande. **Anais**[...]Campo Grande: SOBER, 2010. p. 4.

SÁ, C. P.; BAYMA, M. M. A.; WADT, L. H. de O. **Coefficientes Técnicos, Custo e Rentabilidade para a Coleta de Castanha-do-brasil no Estado do Acre: Sistema de Produção Melhorado**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAFAC, 2008. 4 p. (EMBRAPA-CPAFAC.Comunicado Técnico, 168.

SANTOS, J. C.; SENA, A. L. S.; da ROCHA, C. I. L. Competitividade Brasileira no Comércio internacional de Castanha-do-Brasil. *In*: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48. 2010. Campo Grande. **Anais**[...] Campo Grande: SOBER, 2010. p.14.

SANTOS, V. O. **Estudo das Potencialidades da Castanha-do-Brasil: Produtos e Subprodutos**. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 215 p.