

BRUNO VINDILINO ROELIS

**CASTANHEIRA-DO-BRASIL: CONSERVAÇÃO,
USO E DIAGNÓSTICO DE PLANTIOS
COMERCIAIS NO NORTE DE MATO GROSSO**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2018

	BRUNO VINDILINO ROELIS	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2018



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



BRUNO VINDILINO ROELIS

**CASTANHEIRA-DO-BRASIL: CONSERVAÇÃO,
USO E DIAGNÓSTICO DE PLANTIOS
COMERCIAIS NO NORTE DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi
Coorientadora: Dra. Aisy Botega Baldoni Tardin

ALTA FLORESTA-MT

2018

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Catalogação na fonte: Gislaine Campos dos Santos CRB1/2818

R714c Roelis, Bruno Vindilino.

Castanheira-do-Brasil: conservação, uso e diagnóstico de plantios comerciais no norte de Mato Grosso/ Bruno Vindilino
Roelis- Alta Floresta - MT, 2018.

103f.:il.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

Orientador: Prof. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi

Coorientadora: Dra. Aisy Botega Baldoni Tardin

1. Produção agrícola . 2. Castanheira-do-Brasil . 3.Extrativismo
I. Autor. II. Título.

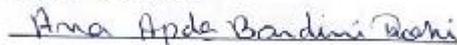
CDU:634.53

**CASTANHEIRA-DO-BRASIL: CONSERVAÇÃO,
USO E DIAGNÓSTICO DE PLANTIOS
COMERCIAIS**

Bruno Vindilino Roelis

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do
título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 09/03/2018



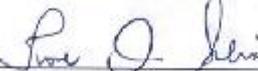
Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi

Orientadora – UNEMAT/PPGBioAgro



Dra. Aisy Botega Baldoni Tardin

Coorientadora – EMBRAPA Agrossilvipastoril



Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva

UNEMAT/PPGBioAgro



Dra. Sílvia de Carvalho Campos Botelho

EMBRAPA Agrossilvipastoril

Aos meus pais, Janice e Laercio e às
minhas irmãs, Ana e Barbara.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos pela oportunidade de realização deste mestrado.

À Secretaria de Estado de Educação do Mato Grosso (SEDUC – MT) pela concessão da licença para a qualificação.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Sinop (EMBRAPA Agrossilvipastoril) pelo suporte material e logístico deste trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Ana Aparecida Bandini Rossi por me orientar em mais esta jornada. Palavras são poucas para demonstrar a imensa gratidão pelos ensinamentos, auxílios e conversas. Sou muito grato por tudo.

À pesquisadora Dr^a. Aisy Botega Baldoni Tardin pelos ensinamentos transmitidos, pela receptividade e oportunidade de realização de parte deste trabalho na EMBRAPA Agrossilvipastoril.

Ao pesquisador Dr. Helio Tonini pelos trabalhos de campo, ensinamentos e paciência durante alguns momentos de coleta.

À Prof^a Denize Siqueira de Souza pelo auxílio nas atividades desenvolvidas na escola. Grande profissional e amiga.

Aos produtores rurais pela receptividade, paciência e disponibilidade em tirar um tempinho para me atender.

À banca examinadora por aceitar contribuir com este trabalho.

Aos colegas e amigos da EMBRAPA Agrossilvipastoril, do Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular da UNEMAT – Campus Alta Floresta e do PPGBioAgro por cada pequena ou grande contribuição neste trabalho.

Aos amigos e familiares que não ajudaram na parte científica, mas que ajudaram nos momentos de aflição.

A todos os demais que fizeram parte desta história.

MUITO OBRIGADO.

“Hoje fiquei mais alto
porque caminhei com as árvores. ”

Karle Wilson Baker

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE SIGLAS	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
3. CAPÍTULOS.....	28
3.1. LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PLANTIOS COMERCIAIS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL NO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL.....	28
Resumo.....	29
Abstract.....	29
Introdução	30
Material e Métodos.....	32
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	39
Referências Bibliográficas	40
3.2. DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL POR MEIO DE CARACTERES BIOMÉTRICOS DE FRUTOS E SEMENTES.....	42
Resumo.....	43
Abstract.....	43

Introdução	44
Material e Métodos.....	44
Resultados e Discussão.....	50
Conclusões.....	61
Referências Bibliográficas.....	62
3.3. MEIOSE E VIABILIDADE POLÍNICA DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL	65
Resumo.....	66
Abstract.....	66
Introdução	67
Material e Métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	80
Referências Bibliográficas.....	81
3.4. CONHECIMENTO E USOS DA CASTANHA-DO-BRASIL ENTRE ALUNOS DA ESCOLA ESTADUAL ROSA DOS VENTOS DE EDUCAÇÃO BÁSICA EM SINOP, MATO GROSSO	84
Resumo.....	85
Abstract.....	85
Introdução	86
Material e Métodos.....	88
Resultados e Discussão.....	90
Conclusões.....	95
Referências Bibliográficas.....	96

4. CONCLUSÕES GERAIS	98
ANEXO.....	99

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 2	
1. Análise descritiva apresentando as médias gerais, desvio-padrão (DP), valores de mínimo, máximo e amplitude das características avaliadas nos 21 genótipos de castanheira-do-brasil.	50
2. Análise descritiva apresentando as médias gerais, desvio-padrão (DP), valores de mínimo, máximo e amplitude das características avaliadas nos 21 genótipos de castanheira-do-brasil	51
3. Pares de genótipos mais divergentes estimados a partir da distância euclidiana média no estudo sobre divergência entre os 21 genótipos de castanheira-do-brasil	52
4. Distância euclidiana média entre os 21 genótipos de castanheira-do-brasil de populações naturais, calculada a partir de 12 caracteres.....	53
5. Agrupamento dos 21 genótipos de castanheira-do-brasil, pelo método de agrupamento de Tocher, usando a distância euclidiana média como medida de distância genética	55
6. Estimativas de autovalores associados aos componentes principais, juntamente com sua importância relativa (raiz %) e acumulada (%), referente a 12 características morfológicas de castanheira-do-brasil..	56
7. Conjunto de autovetores (coeficiente de ponderação) explicadas pelos componentes principais (CPI) das 12 variáveis analisadas em castanheira-do-brasil	57
CAPÍTULO 3	
1. Tratamentos de germinação de tubo polínico de castanheira-do-brasil em meio com sacarose em diferentes concentrações, com e sem adição de 0,06g/L de Ca(NO ₃) ₂ e 0,02g/L de H ₃ BO ₃ . + presença e – ausência	72

2.	Índice de anormalidades pós-meióticas e viabilidade polínica em castanheira-do-brasil	75
3.	Valores médios percentuais de viabilidade polínica de castanheira-do-brasil, dentro das fases de desenvolvimento floral, com os corantes Carmim Acético 1% e Reativo de Alexander	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
CAPÍTULO 1	
1. Caracterização dos plantios de castanheira-do-brasil em Mato Grosso	34
2. Percentual de plantios castanheiras-do-brasil que já produzem e época de coleta anual de frutos.	36
3. Sistemas de plantio empregados nos cultivos de castanheira-do-brasil no Estado de Mato Grosso	37
CAPÍTULO 2	
1. Esquema das características avaliadas nos frutos de castanheira-do-brasil. Diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (A); Diâmetro transversal do fruto (DTF) (B); Espessura da casca do fruto (ECF) (C).	47
2. Esquema das avaliações realizadas nas sementes de castanheira-do-brasil. Massa da semente (A); Maior eixo da semente (B); Eixo médio da semente (C); Menor eixo da semente (D); Quebra da casca (E); Massa da amêndoa (F).	48
3. Dendrograma resultante da análise de 21 genótipos de castanheira-do-brasil, obtido pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância euclidiana média como medida de distância genética. Coeficiente de correlação cofenética (0,7511)	54
4. Dispersão gráfica 3D de 21 genótipos de castanheira-do-brasil estimada pela distância euclidiana media padronizada.	60
CAPÍTULO 3	
1. Inflorescência de castanheira-do-brasil com flores abertas (1) e botões em pré-antese (2)	70
2. Meiose em castanheira-do-brasil. A- Diacinese apresentando 13 pares bivalentes. B- Metáfase I evidenciando as fibras do fuso (seta).	

C- Anáfase I com dois pares de cromossomo retardatário (seta). D- Anáfase I com um par de cromossomo retardatário (seta). E- Prófase II. F- Segregação irregular dos cromossomos. G- Anáfase II. H- Anáfase II demonstrado falta de sincronia na célula. I- Tétrade. Barra 20 µm. Aumento de 400X	75
3. Análise citoquímica e viabilidade polínica em castanheira-do-brasil. A- Carmim Acético 1% Grão de pólen viável (escuro=vermelho) e inviáveis não corado. B- Alexander Grão de pólen viável (escuros= púrpura) e inviável (claro = verde). C- Lugol, grão de pólen viável (amido positivo) corado e inviável não corado. D- Sudan IV (lipídio positivo) grão de pólen viável (forma arredondada) e inviável (forma oval) com tamanho reduzido. Barra 20 µm.	77
4. Percentual de grãos de pólen de castanheira-do-brasil germinados com e sem a adição de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_3\text{BO}_3$, em diferentes concentrações de sacarose (0, 10, 20, 30 e 40%) e 4g/l de ágar	78

CAPÍTULO 4

1. Localização geográfica do município de Sinop e da comunidade escolar participante da pesquisa.....	88
2. Distribuição dos alunos entrevistados, segundo o sexo e a escolaridade.....	90
3. Classificação das respostas quanto ao conhecimento sobre a castanheira-do-brasil	91
4. Nível de conhecimento dos alunos acerca de ameaça de extinção e onde é encontrada a castanheira-do-brasil.....	92
5. Formas de consumo conhecidas pelos alunos da escola.....	93
6. Consumo e obtenção de castanha-do-brasil por alunos da escola.....	94

LISTA DE SIGLAS

- ACP** Análise dos componentes principais
- AS** Altura da Semente
- BOD** Demanda Bioquímica de Oxigênio
- CCC** Coeficiente de correlação cofenético
- CP** Componente Principal
- CS** Comprimento da Semente
- DLF** Diâmetro Longitudinal do Fruto
- DP** Desvio Padrão
- DTF** Diâmetro Transversal do Fruto
- ECF** Espessura da Casca do Fruto
- EMBRAPA** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuárias
- EMPAER** Empresa de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural
- IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IM** Índice Meiótico
- LS** Largura da Semente
- MA** Massa da Amêndoa
- MFS** Massa Fresca das Sementes
- MS** Massa da Semente
- MSS** Massa Seca das Sementes
- MTF** Massa Total do fruto
- NSF** Número de Sementes por Fruto
- ONG** Organização não Governamental
- PFNM** Produto Florestal Não Madeireiro
- PEVS** Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
- UPGMA** Método de agrupamento de pares não ponderados usando médias aritméticas

RESUMO

ROELIS, Bruno Vindilino. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Março de 2018. **Castanheira-do-brasil: Conservação, uso e diagnóstico de plantios comerciais no norte de Mato Grosso**. Orientadora: Ana Aparecida Bandini Rossi. Coorientadora: Aisy Botega Baldoni Tardin.

Bertholletia excelsa Bonpl. (Lecythidaceae), popularmente conhecida como castanheira-do-brasil, é uma espécie nativa da floresta amazônica e destaca-se por ser um dos principais produtos florestais não madeireiros da região norte do Brasil. Devido a fragmentação florestal e a intensa exploração de seus frutos, a castanheira-do-brasil corre risco de perder sua diversidade genética. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de diagnosticar os plantios comerciais no norte de Mato Grosso, avaliar a divergência genética da castanheira-do-brasil em floresta nativa e analisar os aspectos reprodutivos que influenciam diretamente na produção dos frutos, bem como realizar um levantamento do conhecimento e uso da castanha-do-brasil por alunos da educação básica no município de Sinop, MT. Para o diagnóstico de plantios comerciais, dez produtores da região norte do Estado de Mato Grosso foram entrevistados, todos do sexo masculino com idade entre 42 e 81 anos. O espaçamento mais utilizado nos plantios é de 10x10m, 60% dos entrevistados não realizaram enxertia e 80% dos plantios possuem 10 anos de idade. As pragas mais comuns são formigas, cutias e antas. Foram encontrados plantios solteiros e consorciados, e apenas um dos produtores demonstrou interesse em expandir o plantio. Para a divergência genética foram avaliadas 21 matrizes por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes. As análises de agrupamento mostraram divergência genética entre as matrizes analisadas e os caracteres de maior contribuição para a variabilidade genética das matrizes estudados foram: número de sementes por fruto, massa fresca das sementes, massa seca das sementes, maior eixo das sementes e massa unitária das amêndoas. Houve divergência genética entre as matrizes de castanheira-do-brasil, sendo as matrizes ITA3, ITA4, ITA5, ITA11 e ITA19 as mais dissimilares de acordo com a matriz de distância euclidiana média. Para avaliar os pólenes de castanheira-do-brasil, botões florais foram coletados no município de Alta Floresta, Mato Grosso. Testes colorimétricos, germinação de pólen *in vitro* e análise em microscópio

óptico foram empregados. A meiose da espécie apresentou desempenho normal com índice meiótico de 92,4%. Os corantes, carmim acético e reativo de Alexander, independente da fase de desenvolvimento floral (antese ou pré-antese) demonstraram alta viabilidade polínica para a castanheira-do-brasil, sendo corroborados pela alta viabilidade no crescimento do tubo polínico *in vitro*. Os pólenes apresentaram reação positiva para amido e lipídio, porém a porcentagem de grãos de pólenes lipídio positivos foi maior. Para o diagnóstico com alunos foi aplicado um questionário semiestruturado para 204 alunos do ensino básico. Os alunos demonstraram pouco conhecimento a respeito da castanheira-da-brasil e consomem as amêndoas de comércios locais.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, Biometria de frutos e sementes, Comportamento meiótico, Viabilidade polínica, Etnoconhecimento.

ABSTRACT

ROELIS, Bruno Vindilino. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Março de 2018. **Brazil nut: Conservation, use and diagnosis of commercial plantations in the north of Mato Grosso.** Orientadora: Ana Aparecida Bandini Rossi. Coorientadora: Aisy Botega Baldoni Tardin.

Bertholletia excelsa Bonpl. (Lecythidaceae), popularly known as Brazil nut, is a native species of Amazon rainforest and stands out as one of the main non-timber forest products in the Brazil northern region. Due to the forest fragmentation and the intense exploitation of its fruits, Brazil nut tree takes the risk of losing its genetic diversity. This work was developed to diagnose the commercial plantations in the north of Mato Grosso, to analyze the genetic divergence of Brazil nut in native forest, the reproductive aspects that directly influence the production of the fruits, as well as conduct a survey of the knowledge and use of the almonds by students of elementary education, at municipality of Sinop, MT. For the diagnosis of commercial plantations, ten producers in the northern region of the State of Mato Grosso were interviewed, all males aged between 42 and 81 years. The spacing most used in plantation is 10x10m, 60% of the respondents did not perform grafting and 80% of the plantations is composed of 10 years old. The most common pests are ants, agoutis and tapirs. Single and intercropping plantations were found, and only one producer showed interest in expanding planting. For genetic divergence, 21 matrices were evaluated using biometric characters of fruits and seeds. Cluster analyzes showed genetic divergence between the matrices analyzed and the characters with the greatest contribution to the genetic variability of the studied matrices were: number of seeds per fruit, fresh seed mass, seed dry mass, seed largest axis and almond unit mass. There was genetic divergence between Brazil nut tree matrices, with the matrices ITA3, ITA4, ITA5, ITA11 and ITA19 being the most dissimilar, according to the mean Euclidean distance matrix. To evaluate Brazil nut pollen, flower buds were collected in the municipality of Alta Floresta, Mato Grosso. Colorimetric tests, pollen germination in vitro and optical microscope analysis were used. The meiosis of the species presented normal performance with a meiotic index of 92.4%. The dyes, acetic carmine and Alexander reaction, independent of the floral development phase (anthesis or

pre-anthesis), showed high pollen viability for Brazil nut, being corroborated by the high viability of pollen tube growth *in vitro*. Pollen presented a positive reaction for starch and lipid, but the percentage of positive lipid grains was higher. For the diagnosis with students, a semi-structured questionnaire was applied to 204 elementary students. The students showed little knowledge about Brazil nut and consume the almonds of local trades.

Key words: *Bertholletia excelsa*, Fruit and seed biometry, Meiotic behavior, Pollen viability, Ethnoknowledge.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A castanheira-do-brasil, cujo nome científico é *Bertholletia excelsa* Bonpl., pertence à família Lecythidaceae e é uma espécie florestal nativa da região amazônica (COSTA et al., 2009). Em toda a região, as sementes dos frutos (ouriços) da castanheira servem de alimentação e de renda para povos e comunidades tradicionais. Além da utilidade, a castanheira se destaca na floresta pela beleza e imponência, sendo considerada a árvore símbolo da Amazônia (GUEDES et al., 2016). A partir do declínio do ciclo da economia da borracha, no início da década de 1950, a espécie passou a representar um dos principais produtos florestais não madeireiros da região amazônica (DE SANTANA et al., 2017).

Atualmente, a castanheira-do-brasil destaca-se como o segundo produto em valor de produção extrativista na região norte do Brasil e o estado de Mato Grosso é o quinto maior produtor nacional de castanha, com 1.524 toneladas e 4% do total (TONINI et al., 2017). Contudo, embora tais produtos sejam abundantes na Amazônia, a falta de métodos adequados à exploração sustentável que estimem sua valorização econômica, tem ocasionado a perda significativa deste recurso (BORGES et al., 2016). Portanto, desenvolver formas alternativas de obtenção deste recurso, como plantios comerciais, torna-se uma saída para que haja diminuição na exploração desenfreada.

Para que uma espécie silvestre possa ser domesticada é necessário o conhecimento silvicultural a fim de ser utilizada como alternativa em plantios com fins de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, bem como em sistemas consorciados (DIONISIO et al., 2017). Apesar de a coleta extrativista da castanha-do-brasil ser realizada há mais de um século, poucos são os estudos relativos à sua genética (DOS SANTOS et al., 2017).

Portanto, estudos que visem a análise da diversidade genética, biologia reprodutiva, conhecimento e uso popular e formas de plantio de castanheira-do-brasil são de grande importância para que se haja um melhor conhecimento da espécie e assim contribuir para a constituição de bancos de germoplasma que possam disponibilizar material de boa qualidade para pesquisadores e agricultores.

Nesse contexto, este trabalho objetiva realizar um diagnóstico de plantios comerciais de *Bertholletia excelsa* no norte Estado de Mato Grosso, bem como caracterizar a diversidade genética por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes e o comportamento meiótico em matrizes nativas da espécie.

2. Revisão de Literatura

2.1. Floresta Amazônica

Sendo o mais extenso dos biomas com predominância de floresta do Brasil, a Floresta Amazônica é a maior floresta tropical do planeta. A Amazônia brasileira possuía originalmente 4 milhões de km², e atualmente encontra-se com 15% de sua área total desflorestada (IBGE, 2008).

Devido a sua extensa área de floresta densa, a floresta amazônica possui grande diversidade de espécies animais e vegetais, tanto em ambientes aquáticos como terrestres, possuindo assim um enorme potencial econômico e de recursos genéticos (REVILLA, 2001). De acordo com Ab'Sáber (2003) trata-se de um ecossistema que reúne 30% das sequências de DNA que a natureza recombina no planeta. E, segundo Fonseca e Braga (2009), essa biodiversidade está entre 5 a 30 milhões de espécies, sendo que apenas 1,4 milhões estão catalogadas. São cerca de 750 mil espécies de insetos, 40 mil de invertebrados, 250 mil espécies de árvores, 1400 espécies de peixes, 1300 espécies de aves e mais de 300 espécies de mamíferos. Só de madeira seriam 2,8 mil espécies, distribuídas em 870 gêneros de 129 famílias. Contudo, ainda é grande o avanço do desmatamento nesta região.

Um efeito direto do desmatamento é a fragmentação florestal, que surge à medida que uma grande área florestal é dividida e diminui seu tamanho. Imagens de satélite evidenciam que, no ano de 1988, a área de floresta amazônica do Brasil fragmentada ou suscetível a efeitos de borda era 150% maior do que a área desmatada (SKOLE; TUCKER, 1993).

2.2. Efeito da Fragmentação

Com o isolamento de fragmentos, ocorrem os chamados efeitos de área, que são mudanças ecológicas nesses ambientes mais intensas na medida que estes diminuem. Estes ambientes possuem menor riqueza de espécies e

também menor densidade populacional (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009). Outro fator que influencia diretamente estes fragmentos é a probabilidade de deriva genética ou depressão endogâmica. No caso da depressão endogâmica, os indivíduos têm maior probabilidade de trocar material genético com outros de mesmo parentesco acarretando em uma redução na taxa de fecundidade e na viabilidade de seus descendentes. Por conseguinte, a deriva genética, ou seja, a perda aleatória de alelos, acarreta em uma menor variabilidade de genes, podendo assim reduzir a resistência destes indivíduos a novas doenças ou mudanças ambientais (NEI et al., 1975, ALLENDORF; LEARY, 1986).

Existe, então, necessidade de se realizar estudos morfológicos e genéticos das espécies encontradas na floresta amazônica, pois os efeitos de isolamento de fragmentos como depressão endogâmica, deriva genética e efeitos de borda alteram o tamanho e a dinâmica de populações, a composição e a dinâmica das comunidades, as interações tróficas e os processos ecossistêmicos, podendo ocasionar perdas de espécies sem nem ao menos terem sido catalogadas, possibilitando tomar medidas que possam diminuir essa fragmentação (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009).

2.3. Família Lecythidaceae

Lecythidaceae, uma das centenas de famílias botânicas encontradas na amazônia, é uma família pantropical, varia de pequenos arbustos a grandes árvores e possui 24 gêneros e cerca de 300 espécies. Restrita a regiões tropicais, desenvolve-se melhor em florestas úmidas, principalmente na América do Sul. No Brasil, a família Lecythidaceae é representada pela subfamília Lecythidoideae, em 10 gêneros, com 118 espécies, sendo 54 endêmicas (MORI et al., 2007; MORTON et al., 1997; SMITH et al., 2018).

A ação antrópica acarreta grande impacto nas espécies da família Lecythidaceae, diminuindo sua diversidade, a diversidade de seus polinizadores e também dos dispersores de suas sementes (AZAMBUJA, 2012).

2.4. Descrição Botânica e Morfológica de *Bertholletia excelsa* Bonpland.

Bertholletia excelsa Bonpland., conhecida popularmente como castanheira-do-brasil, é a espécie mais conhecida da família Lecythidaceae. São árvores de dossel a emergentes, possuem folhas oblongas a levemente obovadas, glabras ou pubescentes na nervura principal da face adaxial. As flores são zigomorfas, 3 a 3, 5 cm de diâmetro com seis pétalas, creme-amareladas. Pixídios com cerca de 11 cm de diâmetro, globosos, funcionalmente indeiscentes devido à abertura opercular menor do que as sementes, com pericarpo com cerca de 15 mm de espessura, lenhoso, não costado, crustáceo e opérculo com lumela, mas ambos contidos dentro do fruto. Sementes 10-25 por fruto, 3,5-4 x 2-3 cm, triangulares em seção transversal, não ariladas, testa lenhosa, rugosa, endosperma não evidente, cotilédones ausentes e embrião macropodial (SMITH et al., 2018).

De acordo com Fernandes e Alencar (1993), a árvore possui porte elevado, copa grande e emergente. Possui desrama natural de galhos em plantios com espaçamento adequado, formando um eixo ortotrópico de excelente forma para a indústria.

É conhecida como uma espécie modelo para a conservação das florestas e encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção (WADT et al., 2005). Sua rusticidade e as características adequadas da madeira tornam-na uma das espécies mais ricas e importantes para reflorestamento na Amazônia (YARED, 1990). Tonini et al. (2008) citam que a castanheira-do-brasil pode ser uma espécie-chave aliando a conservação ao desenvolvimento e que por isso há a necessidade de se desenvolver pesquisas que visem quantificar a produção de frutos por árvore.

A morfologia vegetal, um dos ramos da botânica, estuda a estrutura e forma das plantas e é indispensável na compreensão do ciclo de vida e desenvolvimento de espécies florestais (GONÇALVES; LORENZI, 2011; MOURÃO et al., 2002). Obter informações dos caracteres morfológicos de sementes e frutos fornece dados consideravelmente relevantes para identificação e conhecimento de determinadas espécies nas mais variadas regiões ecológicas, além de determinar a variabilidade da espécie e de auxiliar no estudo do tipo de dispersão e de seus agentes dispersores. Os aspectos

citados são fundamentais quando se pensa na questão ecológica e também para fomentar programas de reflorestamento e recuperação de áreas fragmentadas (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2010).

2.5. Ocorrência e Distribuição de castanheira-do-brasil

B. excelsa desenvolve-se bem em regiões de clima quente e úmido, sendo que as maiores concentrações da espécie ocorrem em regiões onde predominam os tipos climáticos tropicais chuvosos, com a ocorrência de períodos de estiagem definidos (MULLER et al., 1995).

A castanheira-do-brasil ocorre em floresta de terra firme na Bacia Amazônica e nas Guianas, com ampla distribuição geográfica, porém irregular. Os países onde a espécie possui maior ocorrência são Brasil, Bolívia, Peru e Guianas. Na Amazônia Legal a *B. excelsa* é encontrada principalmente nos estados do Pará, Rondônia, Amazonas e Acre, além do Amapá, Roraima e Mato Grosso. Esta espécie ocorre em áreas com temperaturas entre 24 e 27°C, uma pluviometria anual entre 1400 e 2800 mm e com uma umidade relativa entre 79% e 86% e é tolerante a até 7 meses de estiagem (MULLER, 1981; DINIZ; BASTOS, 1974).

1.6. Produção de castanheira-do-brasil

A castanheira-do-brasil começa a produção de frutos em floresta nativa entre 73 e 93 anos, atingindo a produção máxima por volta dos 240 anos (SCHONGART et al., 2015). Já em plantios, em geral, as castanheiras começam a frutificar aos oito anos de idade, atingindo aos 12 anos a regularidade na produção (FERREIRA; TONINI, 2009). As amêndoas contêm alto valor lipídico (60-70%) e proteico (15-20%), vitaminas B e E, e valores consideráveis de minerais (KLUCZKOVSKI et al., 2015). E, de acordo com De Souza e Castle de Menezes (2006), embora a castanheira ofereça vários produtos e subprodutos, é sua amêndoa que apresenta maior valor econômico por ser utilizada de várias formas como: *in natura*, produção de óleos, leite e farinha de castanha, além de ter alto valor nutricional.

Considerado uma atividade estratégica na conservação, o extrativismo da castanheira-do-brasil concilia o uso econômico das florestas e

mantem a biodiversidade, promovendo também a sobrevivência e a fixação de famílias. Para que haja geração de renda de florestas nativas, há a necessidade de se conciliar produtividade com sustentabilidade ecológica da espécie (WADT, 2008). A renda oriunda do extrativismo beneficia assentamentos de reforma agrária, indígenas e famílias que exploram as reservas extrativistas (DUBOIS, 2009; GUARIM et al., 2010). Existe uma estimativa de que mais de 700 famílias estejam envolvidas com extração de castanha-do-brasil no Estado de Mato Grosso, atividade esta que tem apoio de governos locais, visto que ainda é, em grande parte, uma atividade informal, mas com grande capacidade de crescimento, necessitando organização e capacitação profissional dos coletores, estímulo a plantios comerciais, além de estudos científicos sobre a espécie (ALVES, 2010).

Apesar da importância econômica e do alto valor comercial das castanhas, o plantio comercial encontra barreiras técnicas relacionadas a falta de estudos com a espécie, seja na produção de mudas, nos manejos e tratos culturais, na enxertia e principalmente no melhoramento genético da espécie. O conhecimento da variabilidade genética e das características agrônômicas das plantas é muito importante para a seleção de genótipos superiores, para uso em enxertia, resultando em plantas produtivas, viabilizando o plantio e a exploração comercial.

Levando em consideração a questão da fragmentação florestal da floresta amazônica e o incentivo ao cultivo ou extrativismo de espécies nativas de forma não predatória, faz-se necessário também sensibilizar a população e, principalmente os jovens, da grande necessidade de se conhecer sobre as espécies florestais que são chaves para a região como a castanheira-do-brasil.

Nesse contexto, as informações sobre os aspectos ecológicos, reprodutivos e genéticos, contribuem com a utilização sustentável de espécies vegetais que ocorrem em fragmentos florestais e que são utilizadas como fonte de renda por grupos familiares, bem como, com a relação entre os conhecimentos populares e a relação homem-natureza.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial, v. 1, 2003.

ALLENDORF, F.W; LEARY, R.F. Heterozygosity and fitness in natural populations of animals. **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity**, v. 57, p. 58-72, 1986.

ALMEIDA JÚNIOR, E.B.; LIMA, L.F.; LIMA, P.B.; ZICKEL, C.S. Descrição morfológica de frutos e sementes de *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae). **Floresta**, v.40, n.3, p.535-540, 2010.

ALVES, A. **Valorização do extrativismo é estratégica para Mato Grosso**. 2010. Disponível em: < <http://www.sema.mt.gov.br/>>. Acesso em 05/06/2016.

AZAMBUJA, C.A.P. **As Lecythidaceae Poit. no Parque Nacional do Viruá (Roraima)**. Tese de doutorado. Master Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brazil, 2012.

BORGES, F. A.; TONINI, H.; BALDONI, A. B.; Botelho, S. D. C. C. Tamanho da amostra para estimar produção de sementes de castanheiras nativas. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 166-169, 2016.

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 843-850, 2009.

DE SANTANA, A. C.; DE SANTANA, Á. L.; DE SANTANA, Á. L.; MARTINS, C. M. Valoração e sustentabilidade da castanha-do-brasil na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 77-89, 2017.

DE SOUZA, M. L.; CASTLE DE MENEZES, H. Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, 2006.

DINIZ, T. D. A. S.; BASTOS, T. X. Contribuição ao conhecimento do clima típico da castanha-do-brasil. **Belém: IPEAN**, p. 59-71, 1974.

DIONISIO, L. F. S.; CONDÉ, T. M.; GOMES, J. P.; MARTINS, W. B. R.; DA SILVA, M. T.; DA SILVA, M. W. Caracterização morfométrica de árvores solitárias de *Bertholletia excelsa* HBK no sudeste de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 2, p. 163-173, 2017.

DOS SANTOS, R. D. S. O.; CAMPOS, T., Martins, K.; DE OLIVEIRA WADT, L. H. Estrutura genética de duas populações naturais de *Bertholletia excelsa* Bonpl. sob exploração no Vale do Rio Acre. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 3, p. 37-40, 2017.

DUBOIS, J. C. L. Sistemas agroflorestais na Amazônia: avaliação dos principais avanços e dificuldades em trajetória de duas décadas, informação tecnológica. **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação. Brasília: EMBRAPA**, p. 171-217, 2009.

FERREIRA, L. M. M.; TONINI, H. Comportamento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e da cupiúba (*Goupia glabra*) em sistema agrosilvicultural na região da Confiança, Cantá-Roraima. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 835-842, 2009.

FERNANDES, N.P.; ALENCAR, J.C. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), dez anos após o plantio. **Acta Amazonica**, v. 23, n. 2-3, p. 191-198, 1993.

FONSECA, V.M; BRAGA, S.R. **Entre o Ambiente e as Ciências Humanas: artigos escolhidos ideias compartilhadas.** São Paulo: biblioteca, 2009.

GONÇALVES, E.G. & LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plântulas vasculares.** 2.ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

GUARIN NETO G.; GUARIM V.L.M.S.; CARNIELLO M.A.; SILVA C.J; PASA M.C. Etnobiologia, etnoecologia e etnobotânica: as conexões entre o conhecimento humano e os ambientes em Mato Grosso, Brasil. **Pessoas e Natureza na América Latina. NUPEEA/UFRPE: Recife**, p. 143-172, 2010.

GUEDES, M.; NEVES, E. D. S.; RODRIGUES, E.; de PAIVA, P. M. V.; COSTA, J.; FREITAS, M. Manejo da regeneração de castanheiras em áreas de agricultura itinerante para formação de novos castanhais-Castanha na Roça. **Embrapa Amapá-Comunicado Técnico (INFOTECA-E).** 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável, Brasil 2008.**

KLUCZKOVSKI, A. M.; MARTINS, M.; MUNDIM, S. M.; SIMÕES, R. H.; NASCIMENTO, K. S.; MARINHO, H. A.; KLUCZKOVSKI-JUNIOR, A. Properties of Brazil nuts: A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 8, p. 642–648, 2015.

LAURENCE, W. F.; HERALDO L. V. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

MORI, S. A.; TSOU, C. H.; WU, C. C.; CRONHOLM, B.; ANDERBERG, A. A. Evolution of Lecythidaceae with an Emphasis on the Circumscription of Neotropical Genera: Information from Combined ndhF and trnL-F sequence data. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 3, p. 289-301, 2007.

MORTON, C.M.; MORI, S.A.; PRANCE G.T.; CHASE M.W. Phylogenetic relationships of Lecythidaceae: a cladistic analysis using rbcL sequence and morphological data. **American Journal of Botany**, v. 84, n. 4, p. 530-530, 1997.

MOURÃO, K.S.M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S. Morfoanatomia de plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw.(Meliaceae). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v.24, n.2, p.601-610, 2002.

MULLER, C.H.; FIQUEIREDO, F.J.C.; KATO, A.K.; CARVALHO, J.E.U. A cultura da castanha-do-Brasil. Brasília: EMBRAPA. **Coleção plantar**, v. 23, p. 65, 1995.

MULLER, C. H. Castanha-do-brasil: estudos agronômicos. **EMBRAPA-CPATU. Documentos**, 1981.

NEI, M.; MARUYAMA, T.; CHAKRABORTY, R. The bottleneck effect and genetic variability in populations. **Evolution**, v. 29, n. 1, p. 1-10, 1975.

REVILLA, J. Plantas da Amazônia: Plantas da Amazônia: Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis. **Manaus: SEBRAE/AM**, 2001.

SCHÖNGART, J.; GRIBEL, R.; FONSECA-JUNIOR, S. F.; HAUGAASEN, T. Age and growth patterns of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in Amazonia, Brazil. **Biotropica**, v. 47, n. 5, p. 550-558, 2015.

SKOLE, D.; TUCKER, C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, v. 260, n. 5116, p. 1905-1910, 1993.

SMITH, N. P.; MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Lecythidaceae In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>>**. Acesso em 16 Jan. 2018

TONINI, H; KAMISNKI, P.E.; COSTA, P. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfométricas da copa e índices de competição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1509-1516, 2008.

TONINI, H.; BALDONI, A. B.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; BOTELHO, S. C. C. Caracterização e rentabilidade do sistema extrativista da castanha-do-brasil praticado em Itaúba (MT). **Nativa**, v. 5, n. 3, p. 175-181, 2017.

WADT L.H.O. **Seminário do Projeto Kamukaia Manejo Sustentável de Produto Florestais não Madeireiros da Amazônia**. 1, 2008, Rio Branco, Anais, Rio Branco, 182p, 2008.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 211, n. 3, p. 371-384, 2005.

YARED, J. A. G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia.
In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**.
Silvicultura, São Paulo, v. 12, n. 42, t. 1, p. 119-122, 1990.

3. CAPÍTULOS

3.1. LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PLANTIOS COMERCIAIS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL NO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Resumo – (Levantamento e caracterização de plantios comerciais de castanheira-do-brasil no norte do Estado de Mato Grosso, Brasil). A castanheira-do-brasil é uma importante fonte de renda para extrativistas da região norte do Brasil e norte do estado de Mato Grosso. Contudo poucos são os relatos sobre plantios comerciais e o retorno financeiro ao produtor. O estudo teve como objetivo fazer um diagnóstico dos plantios comerciais de castanheira-do-brasil no Estado de Mato Grosso. Foram encontrados dez produtores que realizaram o plantio comercial, todos do sexo masculino e com idades entre 42 e 81 anos. Nenhum dos entrevistados tem o plantio como fonte principal de renda. 30% dos produtores utilizou espaçamento 10 x10 m, 60% estabeleceu o plantio sem realização de enxertia e 80% dos plantios têm cerca de 10 anos. Formigas, cutias e antas foram relatadas com principais fontes que prejudicaram os plantios nos primeiros anos. Há plantios solteiros, SAFs e ILPFs. Apenas dois plantios geram renda. Um dos produtores relatou que pretende expandir seu plantio. Os plantios de castanheira-do-brasil analisados são jovens e ainda poucos produtivos.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, Sustentabilidade, Recursos genéticos.

Abstract - (Survey and characterization of Brazil nut tree plantations in the north of Mato Grosso state, Brazil). Brazil nut is an important source of income for extractivists from northern Brazil and northern Mato Grosso. However, there are few reports on commercial plantations and financial returns to farmers. The objective of this study was to make a diagnosis of commercial Brazil nut plantations in the state of Mato Grosso. Ten commercial planters were found, all male and aged between 42 and 81 years. None of the interviewees has the plantation as the main source of income. 30% of the farmers used 10 x 10 m spacing, 60% established the plantation without grafting and 80% of the plantations are about 10 years old. Ants, agoutis and tapirs have been reported with major sources that have hampered plantings in the early years. There are single plantations, SAFs and ILPFs. Only two plantations generate income. One of the producers reported that it intends to expand its planting. The Brazil nut tree plantations analyzed are young and still few in production.

Key words: *Bertholletia excelsa*, Sustainability, Genetic resources.

Introdução

A castanheira-do-brasil, *Bertholletia excelsa* Bonpl., é uma das maiores árvores da floresta amazônica e seus frutos são uns dos principais produtos coletados e vendidos por extrativistas (DE CAMARGO et al., 1994). Possui fruto indeiscente e lenhoso, com formato praticamente esférico, pesando de 0,5 a 2,5 kg, com cerca de 10 cm de diâmetro ou mais. Denominado popularmente como ouriço, comporta de 10 a 25 amêndoas com formato triangular protegidas por um tegumento lenhoso (MORI & PRANCE, 1990). Sua amêndoa possui alto valor econômico, possui 17% de proteína e aminoácidos essenciais ao ser humano e apresenta grande consumo no mercado interior e exterior (DO NASCIMENTO, 1984). Seu óleo amarelado e com aroma agradável é utilizado tanto na culinária quanto em indústrias farmacêutica e de cosméticos (CHUNHIENG et al., 2008).

Segundo o IBGE (2016), a castanheira-do-brasil é o segundo produto florestal não madeireiro alimentício de destaque de produção extrativista na região Norte do Brasil, com expressivos R\$ 110,1 milhões em valor de produção extrativa não madeireira, ficando atrás apenas do Açaí (*Euterpe oleracea*). O Estado do Amazonas, no ano de 2016, foi o principal produtor, com 14945 toneladas, seguido pelo Acre (8472 toneladas) e Pará (6866 toneladas).

A produção no estado do Mato Grosso não foi citada na cartilha anual da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) de 2016, mas em 2015 aparece em quarto lugar com 2082 toneladas. Houve um aumento de 8,4% em relação a 2014 na produção nacional ocasionado pela melhora dos preços e entrada de novos compradores (IBGE, 2015). Os dados citados são sobre a atividade extrativista, visto que não há dados confiáveis sobre a produção de plantios comerciais. O sistema de produção extrativista pode gerar produto de má qualidade, inviável para o mercado internacional. Uma alternativa é a introdução de castanhais cultivados comercialmente (PIMENTEL et al., 2007; DASSORI, 2004).

Um estudo econômico anterior a implantação dos castanhais é indispensável para amenizar os riscos do investimento, visto que o plantio tem um elevado custo para ser implantado e seu retorno financeiro é lento (SIQUEIRA; PEREIRA, 2000).

Não se tem um levantamento completo sobre plantios de castanheira-do-brasil como referência, mas um deles, da empresa Agropecuária Aruanã S. A. é o principal plantio do mundo, com cerca de 1.300.000 árvores. O plantio encontra-se no município de Itacoatiara – Amazonas e foi implantado entre 2004 e 2005. As mudas tinham por volta de sete meses e cerca de 30cm. O espaçamento empregado foi 2,5 x 1,5 e não houve adubação do solo (DA COSTA et al., 2015). Nos 500 ha de castanheira-do-brasil onde realiza-se a coleta de frutos os dados de produção foram de 36.000 ouriços em 2010, 26.000 em 2011 e 150.000 em 2012 com uma média de 300 ouriços/ha ou 3 ouriços/árvore (HOMMA et al., 2014). Homma et al. (2014) também citam plantios experimentais em Parintins e Manaus, no estado do Amazonas, sem citar rendimentos de produção. Em Tomé-Açú, no estado do Pará, efetuou-se também o plantio de castanheira numa colônia japonesa onde foram colhidos em apenas um deles, 1.930kg de castanha em 2011, 1.500kg em 2012 e em 2013 uma expectativa de colher 3.000kg. Há também plantios nos municípios de Cametá, na sede da Superintendência Federal da Agricultura há cerca de 30-40 anos e no município de São Francisco do Pará com 10.000 pés enxertados no fim da década de 1980, no espaçamento de 20 x 20 m em 400 ha da empresa Agrícola Pastoril Castanhal.

Como são poucos os plantios de castanheira-do-brasil e pouco se sabe sobre meios de produção e como são implantados, há a necessidade de se conhecer os plantios existentes e assim procurar trazer informação e auxílio técnico para os produtores que já efetuaram ou pretendem efetuar a implantação de castanhais.

Portanto, este trabalho teve por objetivo fazer um levantamento e caracterização dos plantios comerciais de castanheira-do-brasil no estado de Mato Grosso a título de conhecer/informar como foram efetuados estes plantios e se estes se tornaram economicamente viáveis.

Material e Métodos

Primeiramente foram listados todos os municípios da região norte do estado de Mato Grosso e coletados os contatos telefônicos das Secretarias de Agriculturas, ONGs, Empaer, produtores de mudas e produtores rurais. Para identificar os plantios comerciais de castanheira-do-brasil existentes, foi realizado um contato inicial via telefone e, de acordo com as informações obtidas, foi agendada uma visita nas propriedades identificadas.

Nas visitas realizadas nas propriedades rurais foi aplicado um questionário semiestruturado, onde foi possível obter as seguintes informações:

- a) Identificação do informante: nome, idade, escolaridade, se reside na propriedade e o município onde reside;
- b) Identificação da propriedade: nome, endereço, tamanho da propriedade, tamanho do plantio, atividade principal, motivo de ter plantado;
- c) Características do plantio: espaçamento, enxertia ou não, origem do material de enxerto, local de realização do enxerto, profissional que realizou o enxerto, idade da planta no período do enxerto, dificuldades da implantação, produção de frutos, época da primeira produção de frutos, período anual de produção de frutos, estado fitossanitário, histórico médio de produção, sistema de plantio, tratamentos culturais;
- d) Comercialização: produtos, escoamento, valores, beneficiamento, perspectivas, entraves;
- e) Custo de produção: implantação, produção, assistência técnica, capacitação.

No total foram entrevistados dez produtores, sendo que nos municípios de Santa Carmem, Itaúba, Terra Nova do Norte, Juína e Nova Bandeirantes foram apenas um. No município de Alta Floresta dois produtores e no município de Paranaíta foi possível entrevistar três produtores.

A abordagem empregada foi qualitativa e quantitativa, e as questões foram analisadas pelo método descritivo, com auxílio do programa software Microsoft EXCEL.

Resultados e Discussão

Os proprietários rurais com plantios de castanheira-do-brasil eram todos do sexo masculino, com idade entre 42 e 81 anos, com escolaridades que variaram do ensino fundamental incompleto ao ensino médio.

As propriedades onde existiam os plantios se diferenciavam entre pequenas chácaras, de cerca de 1,7 hectares, a grandes fazendas, de cerca de 3 mil hectares e com relação à área destinada ao plantio de castanheira-do-brasil, variou de um a 190 hectares. Apenas 40% das propriedades analisadas destinavam cerca de 50% de sua área total para o plantio desta espécie.

Em nenhuma propriedade o plantio de castanheira-do-brasil era a principal atividade de fonte de renda, sendo a pecuária a atividade principal em 50% das propriedades estudadas.

Dos entrevistados, 50% residem na propriedade, os outros 50% visitavam as propriedades com frequência e mantinham caseiros, no caso das pequenas propriedades, e gerentes no caso das grandes propriedades, a fim de gerenciamento das mesmas.

Quando questionados o motivo pelo qual plantaram a castanheira-do-brasil, 40% citaram ter paixão pela planta e por isso a cultivam e 20% plantaram com o intuito de preservar a espécie. Também foi citado o interesse por compensar áreas desmatadas na propriedade, visto que com o incentivo da ocupação da região a partir da década de 70, o Estado de MT foi considerado campeão em desmatamento e queimadas florestais (PIGNATTI, 2005; PICCOLLI, 2004). Outros motivos foram produzir mudas para depois disponibilizar para propriedades do município, plantios originários de projetos empregados por órgãos públicos e por não haver árvores nativas de castanheira-do-brasil na região onde mora. Nenhum dos plantios foi realizado com intuito de comercialização dos frutos.

Quanto ao espaçamento para plantio, houve uma grande variação. O mais citado foi 10 x 10 m, por 30% dos entrevistados. Os demais chegaram a citar 5 x 3 m, 6 x 3 m, 5 x 5 m, 5 x 6 m, 7 x 7 m, 9 x 9 m e 10 x 15 m, todos com uma média de 10 anos de plantadas, sendo os plantios de 28 anos os que apresentaram espaçamento 10 x 10 m. Os produtores que citaram estes

espaçamentos mais próximos disseram que consideraram os espaçamentos pequenos, o que limitou o desenvolvimento da altura e diâmetro das árvores.

Muller et al. (1994) recomenda um espaçamento mínimo de 10 x 10 m em plantios solteiros, com distribuição das plantas em triângulo equilátero, possibilitando a colocação de 115 plantas ha⁻¹. Em consórcios com pastagem o recomendado é 10 x 20 m ou 15 x 25 m para proporcionar melhor luminosidade as gramíneas e consórcio com culturas perenes recomenda-se os espaçamentos de 10 x 25m ou 15 x 25 m.

Quando questionado a respeito das mudas utilizadas na plantação se eram de enxertia ou pé franco (plantas não-enxertadas), 60% dos entrevistados informaram que seus plantios são todos de pé franco (Figura 1). Dos pés que foram enxertados, 100% foram realizados no campo por viveristas ou técnicos de órgãos públicos. Apenas um deles foi realizado pelo próprio produtor. A enxertia foi realizada por volta de 12 a 24 meses de idade da planta que serviu como cavalo, concordando com o que é recomendado por Muller et al. (1994), onde, segundo o autor, a enxertia deve ser executada no campo, em plantas com idade de um e meio a dois anos de plantadas ou com altura de 1,5 a 2 m.

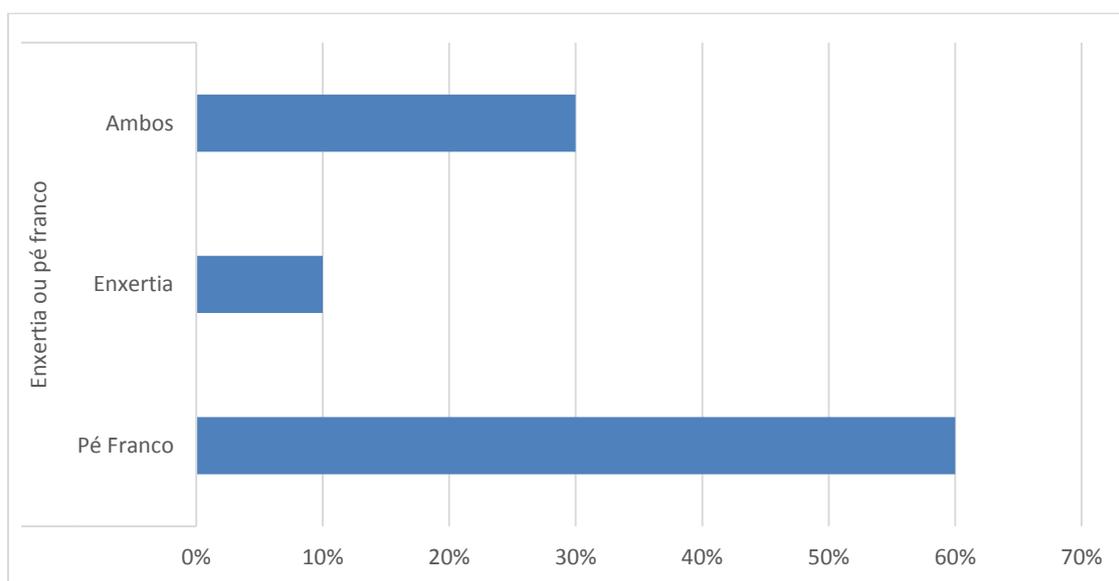


Figura 1. Caracterização dos dez plantios de castanheira-do-brasil encontrados no norte de Mato Grosso, quanto a origem das mudas.

A propagação vegetativa por enxertia é utilizada com bastante sucesso na implantação de cultivos racionais, quando o objetivo principal é a

produção de castanha (DE SOUZA et al., 2008). Os aspectos interessantes que recomendam a enxertia são precocidade na produção, redução no porte da planta e assegurar ou expandir características desejáveis segregadas por mutações naturais ou induzidas (RIBEIRO et al., 2005). Estes aspectos foram possíveis de serem notados em um dos plantios visitados, no município de Santa Carmem, onde de acordo com o produtor, os plantios todos enxertados têm cerca de oito anos de idade e já têm uma produção considerável com um porte relativamente baixo para uma castanheira, cerca de 10 m de altura.

Ao questionar sobre a idade dos plantios, 80% possuem entre 6 e 10 anos de idade e outros 20% possuem 28 anos. Apenas um dos plantios ainda não produz frutos. Dos que produzem, somente os de 28 anos possuem uma produção expressiva com geração de renda, em torno de 11 mil kg ano⁻¹. De acordo com resultados encontrados por Schongart et al. (2015), a produção em mata nativa inicia-se entre 73 e 93 anos, atingindo sua máxima por volta dos 240 anos. Contudo, quando se desenvolvem em manchas rodeadas por matas primárias, produz frutos por volta de 15 a 20 anos. E, de acordo com Muller (1981), a partir de 10 anos quando cultivadas, como foi possível notar em 90% dos plantios visitados.

Metade dos plantios inicia sua produção anual por volta de novembro, mas também foram citados os meses de setembro, outubro e dezembro para início da produção anual (Figura 2), concordando com Muller et al. (1994) que cita o início da coleta de frutos na região amazônica no mês de novembro e estende-se até abril, com algumas variações decorrentes de condições climáticas diferentes.

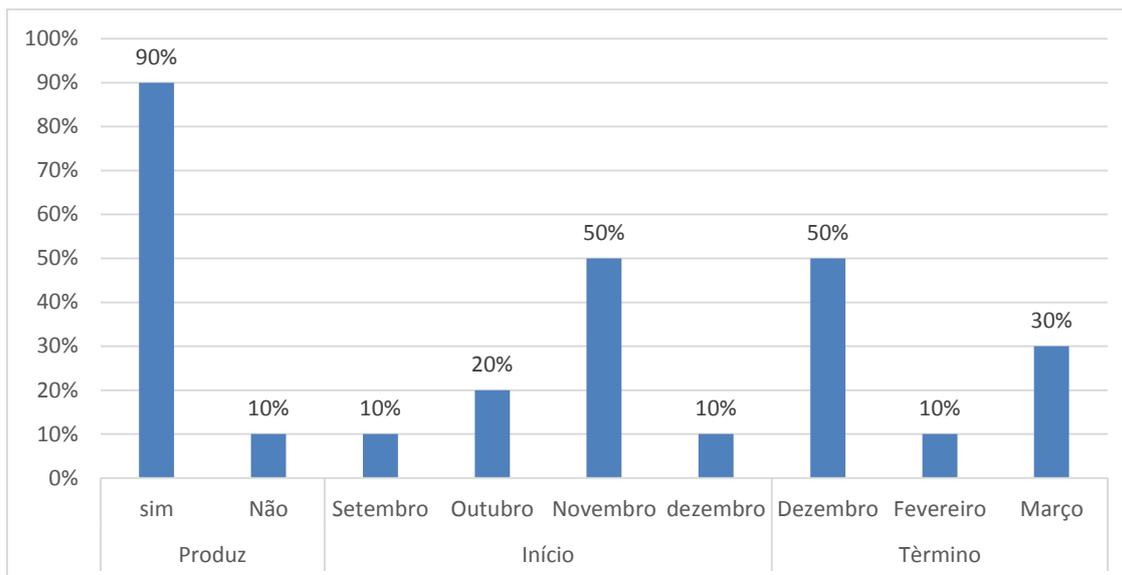


Figura 2. Percentual de plantios castanheiras-do-brasil que já produzem e época de coleta anual de frutos.

Várias foram as dificuldades apresentadas durante a implantação dos plantios de castanheira-do-brasil. Dentre elas, a principal dificuldade foi o ataque de formigas cortadeiras, citado por todos os entrevistados. Além disso, mortes por falta de água, rejeição da enxertia e queimadas em áreas vizinhas causaram transtorno a alguns produtores. Também foi citado que as cutias têm o hábito de remover as amêndoas remanescentes da germinação e as antas derrubam os brotos jovem em busca das folhas mais novas para a alimentação. Os resultados encontrados concordam com Locatelli et al. (2006) que cita que a praga mais comum em plantios de castanheira-do-brasil é a formiga e pode ser controlada com produtos específicos e verificada mediante vistoria periódica do plantio; e a cutia que é outra praga presente, que arranca as mudas para se alimentar das sementes germinadas.

Apenas um dos produtores tem histórico de produção, que de acordo com o mesmo, produz de oito a 11 mil quilos por ano, numa área de 50 ha. Porém, na safra 2016/2017 foi produzido pouco mais de mil quilos.

Os sistemas de plantios também variaram de solteiro, integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e sistemas agroflorestais (SAFs), sendo que dos dez plantios visitados, 40% foram SAFs, 30% plantios solteiros e 20% ILPF (Figura 3).

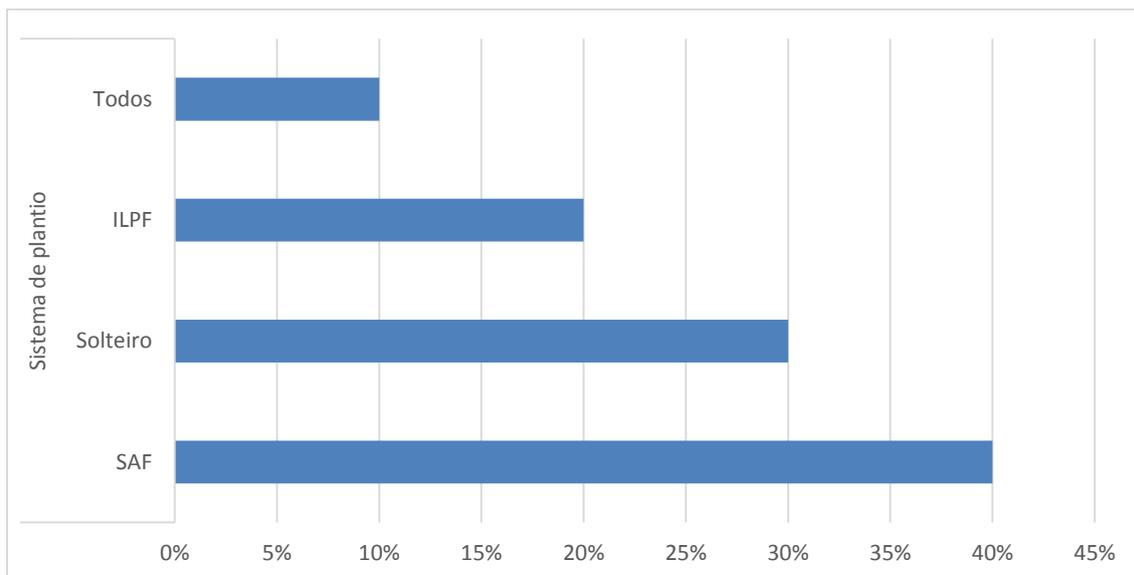


Figura 3. Sistemas de plantio empregados nos cultivos de castanheira-do-brasil no norte do Estado de Mato Grosso.

Em relação a tratamentos culturais, 30% chegou a realizar adubação com NPK (Nitrato, fósforo e potássio). Também comentaram a remoção de cipós e desbaste, calagem, adubação com esterco bovino e controle de formigas. Além do controle de pragas como formigas e cutias, Locatelli et al. (2006) também cita a necessidade de coroamento, onde capinas ou roçagens são efetuadas em torno das plantas a cada seis meses até o segundo ano e a roçagem da área, efetuada nas entrelinhas de plantio no momento do coroamento. Muller et al. (1994) menciona também a necessidade de poda em plantas enxertadas e adubação.

Apenas dois produtores comercializam as amêndoas *in natura* e estes citaram que vendem apenas para o comércio interno. As dificuldades para a comercialização são os altos impostos e valores de fretes. Somente um dos produtores beneficia, vendendo amêndoas sem casca.

Embora os valores com a comercialização da castanha sejam expressivos para a economia local e nacional, essa atividade ainda perfaz uma economia invisível, com pouca ou nenhuma informação econômica robusta e completa sobre a configuração do mercado no curto e no longo prazo (SILVA, 2015).

Dentre os entrevistados 80% pretendem manter o plantio como está, sendo que 10 % demonstraram arrependimento e 10% pretende expandir a área de plantio.

Ao serem indagados sobre os principais entraves que dificultam o cultivo de castanheira-do-brasil, alguns produtores citaram que praticamente não houve nenhum problema com relação a custos e mão-de-obra, outros já citaram a mão-de-obra onerosa e o ataque de insetos e animais, além da grande ausência de auxílio técnico.

Os custos de implantação também foram os mais diferenciados, pois houve produtores que ganharam as mudas em projetos de incentivo público e os que citaram que pagaram cerca de R\$3,00 a muda, além custo da mão-de-obra para auxiliar no plantio das mudas. Nenhum soube precisar ao certo quanto custaria a implantação de um plantio, citaram valores entre R\$110 mil a R\$200 mil para toda a área de plantio, sem especificar o valor por hectare. Praticamente não foram citados custos de manutenção, além do desbaste quando necessário.

Pimentel et al. (2007) estimaram a viabilidade econômica da castanha-do-brasil, utilizando valores em real por ha (R\$ ha⁻¹) e teve como referencial a região Norte do Brasil considerando o investimento em um castanhal de 100 ha. Estes dividiram os custos em cinco partes, sendo elas operações mecanizadas, operações manuais, insumos, custos administrativos e custo de oportunidade de terra. O resultado foi de um total de R\$8.401,79 ha⁻¹ (valor bruto) em custos com investimento até o primeiro ano de receitas positivas (17º ano), sendo que aproximadamente um quarto desse valor (R\$2.018,53 ha⁻¹) deveria ser desembolsado logo no primeiro ano para custear a implantação do castanhal.

Os que obtiveram assistência técnica conseguiram por meio de técnicos da EMPAER-MT e por Carlos Hans Muller, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Apenas um dos entrevistados obteve capacitação no plantio de mudas.

Conclusões

Os plantios de castanheira-do-brasil encontrados no norte do estado de Mato Grosso são jovens e por isso com produção de frutos em pequena quantidade e ainda não geram comercialização em larga escala.

Os produtores não plantaram com intuito comercial, mas pretendem manter as áreas de cultivo. Os maiores entraves para a implantação são alto custo e pragas.

Referências Bibliográficas

CHUNHIENG, T.; HAFIDI, A.; PIOCHI, D.; MONTET, D. Detailed study of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) oil micro-compounds: phospholipids, tocopherols and sterols. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 9, n. 7, p. 1374 – 1380, 2008.

DA COSTA, K. C. P.; FERREIRA, M. J.; LINHARES, A. C. C.; GUEDES, A. V. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste em plantio de *Bertholletia excelsa* Bonpl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n.107, p. 591-600, set. 2015.

DASSORI, M. Protecionismo estanca vendas de castanha. **Jornal do Comércio**, Manaus, AM, n. 22, 14 abr. 2004.

DE CAMARGO, P. B.; DE P. SALOMÃO, R.; TRUMBORE, S.; MARTINELLI, L.A. How old are large Brazil-nut trees (*Bertholletia excelsa*) in the Amazon?. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 2, p. 389-391, 1994.

DE SOUZA, C. R.; DE AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humn. & Bonpl.). **Embrapa Amazônia Ocidental- Documentos**, 2008.

DO NASCIMENTO, C.N.B. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém, **EMBRAPA-CPATU**, 282p, 1894.

HOMMA, A. K. O.; DE MENEZES, A. J. E. A.; MAUÉS, M. M. Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v.9, n.2, p.293-306, maio-ago, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de extração vegetal e da silvicultura**. Vol. 31. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de extração vegetal e da silvicultura**. Vol. 30. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; GAMA, M. M. B.; FERREIRA, M. G. R.; MARTINS, E. P.; FILHO, E. P. S.; MACEDO, R. S. Cultivo da Castanha-do-Brasil em Rondônia. **Porto Velho**, 2006.

MORI, S. A.; PRANCE, G.T. Taxonomy, ecology, and economic botany of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, v.8, p.130-150, 1990.

MULLER, C. H.; FIGUEIREDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. D.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. D. B. **A cultura da castanha-do-brasil**. EMBRAPA-SPI, 1994.

MULLER, C. H. **Castanha-do-brasil: estudos agronômicos**. EMBRAPACPATU, Documentos, n.1, Belém, Brasil, 1981.

PICCOLLI, F. **Amazônia: A ilusão da terra prometida**. Editora Fiorelo, Sinop, 2004.

PIGNATTI, M. G. **As ONG's e a política ambiental nos anos 90, um olhar sobre Mato Grosso**. ANNABLUME editora, Sinop, 2005.

PIMENTEL, L. D., WAGNER JR, A., SANTOS, C. E. M., & BRUCKNER, C. H. Estimativa de viabilidade econômica no cultivo da castanha-do-brasil. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 6, p. 26-36, 2007.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA, A. H.; DOS SANTOS, M. R. A. Enxertia em fruteiras. **Embrapa Rondônia-Recomendação Técnica**, 2005.

SCHÖNGART, J.; GRIBEL, R.; FONSECA-JUNIOR, S. F.; HAUGAASEN, T. Age and growth patterns of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in Amazonia, Brazil. **Biotropica**, v. 47, n. 5, p. 550-558, 2015.

SILVA, S. M. P. Estado e políticas públicas no mercado de castanha-do-brasil no Estado do Acre: uma análise pela abordagem do desenvolvimento local. **Revista**, v. 4, n. 1, 2015.

SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, W. E. **Planejamento e implantação de pomar**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p.59-115.

3.2. DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL POR MEIO DE CARACTERES BIOMÉTRICOS DE FRUTOS E SEMENTES

Resumo – (Divergência genética de castanheira-do-brasil por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes). A Castanheira-do-brasil é considerada uma das espécies mais importantes da floresta Amazônica, por contribuir para a subsistência de muitas comunidades locais. Objetivou-se determinar a divergência em castanheira-do-brasil. Foram avaliados 210 frutos e 2100 sementes coletados em 21 matrizes em Itaúba, MT na safra 2016/2017. Os caracteres: massa total do fruto (MTF, g), diâmetro longitudinal do fruto (DLF, mm), diâmetro transversal do fruto (DTF, mm), espessura da casca do fruto (ECF, mm), número de sementes por fruto (NSF), massa fresca das sementes (MFS, g), massa seca das sementes (MSS, g), massa unitária da semente (MUS, g), maior eixo da semente (MAS, mm), eixo médio da semente (EMS, mm), menor eixo da semente (MES, mm) e massa unitária da amêndoa (MUA, g), foram avaliados. Com base na matriz de distância Euclidiana Média Padronizada gerada foi realizado o agrupamento das matrizes. As distâncias entre os pares de matrizes variaram de 0,11 a 0,84, com média de 0,32. A maior divergência $d_{ii'} = 0,84$ foi encontrada entre as matrizes ITA19 e ITA5. Os caracteres de maior contribuição para discriminação das matrizes foi massa fresca das sementes, massa seca das sementes, massa unitária da semente e maior eixo da semente. Há divergência genética entre as árvores matrizes de castanheira-do-brasil, podendo ser utilizadas para a produção de mudas via coleta de sementes ou seleção de gemas para bancos de germoplasma e para produtores que desejam reflorestar áreas degradadas ou realizar plantios comerciais.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, Conservação; Recursos Genéticos.

Abstract – (Genetic divergence of brazil nut *Bertholletia excelsa* by fruit and seed biometric characters). The Brazil nut tree is considered one of the most important species in the Amazon forest, contributing to the subsistence of many local communities. The objective of this study was to determine genetic divergence in the Brazil nut. We assessed 210 fruits and 2100 seeds collected from 21 areas in Itaúba, MT during the 2016/2017 harvest. The fruit characteristics: total mass (MTF, g), longitudinal diameter (DLF, mm), transverse diameter (DTF, mm), shell thickness (ECF, mm), number of seeds per fruit (NSF), fresh seed mass (MFS, g), dry seed mass (MSS, g), unit seed mass (MUS, g), upper seed axis (MAS, mm), lower seed axis (MES, mm) and unit almond mass (MUA, g) were assessed. Based on the standardized Euclidean averaged distance matrix, the matrices were grouped. The distances between pairs of matrices ranged from 0.11 to 0.84, with a mean of 0.32. The greatest divergence $d_{ii'} = 0.84$ was found between matrices ITA19 and ITA5. The characteristics which contributed most in the discrimination of the matrices were fresh seed mass, dry seed mass, unit seed mass and upper seed axis. There is genetic divergence between areas of Brazil nut trees, which can be utilised in the production of seedlings via seed collection or bud selection for germplasm banks, and for producers who wish to reforest degraded areas or develop commercial plantations.

Key words: *Bertholletia excelsa*, Conservation, Genetic Resources.

Introdução

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lechytidaceae) é uma das árvores-símbolo da Amazônia, devido a sua importância social, ecológica e econômica para a região. É popularmente conhecida como castanha-do-pará ou castanha-do-brasil e, mais recentemente, castanha-da-amazônia (WADT; KAINER, 2012). As sementes comestíveis da castanheira são de grande importância para as comunidades locais por serem uma das principais fontes de renda, especialmente durante o período chuvoso do ano (CLAY, 1997; ORTIZ, 2002).

A produção da castanha é obtida quase exclusivamente de atividade extrativa florestal, sendo as plantações pouco significativas em termos quantitativos (ZUIDEMA, 2003). Trata-se de um produto de importância econômica internacional com um papel importante na conservação e no desenvolvimento socioeconômico da região. Em termos comerciais, a maior parte das sementes é vendida para o mercado nacional e internacional, poucas são comercializadas em nível local ou regional (MORI; PRANCE, 1990; CLAY, 1997; CLEMENT, 1999)

A exploração da castanha-do-brasil não tem se fundamentado, tradicionalmente, no entendimento ecológico da dinâmica da população da espécie, tão pouco na variabilidade natural que existe procurando características morfológicas e genéticas que possam auxiliar na decisão sobre técnicas de manejo como o plantio de enriquecimento, a seleção de árvores mais produtivas, entre outras (BRAGA, 2007).

Estudos biométricos auxiliam a determinação de diferentes parâmetros fenotípicos entre os indivíduos de uma população, visto que, nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação aos caracteres morfológicos (CRUZ; CARVALHO, 2003; MELO et al., 2004). Dessa forma, é de grande importância o conhecimento do tipo e tamanho de frutos e sementes para esses estudos (CRUZ et al., 2001). Entretanto, poucos são os trabalhos que objetivam a caracterização de frutos e sementes de espécies arbóreas visando ampliar o conhecimento sobre as mesmas (EDWARDS, 2000).

Dentro da mesma espécie, existem variações individuais devidas às influências de fatores bióticos e abióticos, durante o desenvolvimento das

sementes e à variabilidade genética. Assim, o tamanho e o peso da semente podem variar entre plantas da mesma espécie, de ano para ano e, também, dentro de uma mesma planta (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). A variação entre indivíduos, numa mesma população, possibilita a seleção com vistas à melhoria de um dado caráter, constituindo-se numa das mais importantes fontes de variabilidade disponíveis para os melhoristas de plantas (PAULA, 2007).

Levando em consideração que a castanha-do-brasil é um dos produtos não madeireiros mais importantes da economia florestal da Amazônia o objetivo deste estudo foi determinar a divergência genética por caracteres biométricos de frutos e sementes, entre matrizes de castanheira-do-brasil, com propósito de subsidiar trabalhos de seleção de matrizes para coleta de sementes, programas de conservação e melhoramento genético da espécie.

Material e Métodos

Local de Coleta dos Frutos

Os frutos de castanheira-do-brasil foram coletados 21 matrizes selecionadas na reserva legal da Fazenda Santo Angelo, localizada no município de Itaúba, MT, situado na região norte do estado de Mato Grosso, com as coordenadas geográficas de 11° 03' 42" S e 55° 16' 35" W (TONINI et al., 2017). Nesta região predomina habitats antropizados, derivado a expansão da fronteira agrícola. Foram coletados dez frutos maduros em cada uma das 21 matrizes na safra 2016/2017, totalizando 210 frutos. Os materiais coletados foram devidamente identificados em campo e transportados para a Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop-MT, onde foram avaliados.

Características biométricas do fruto

Os frutos foram avaliados por meio das características: Massa total do fruto (MTF) (g): medida em balança de precisão de 0,001g. Diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (mm): dado pela distância entre a base e o ápice (Figura 1A). Medida a circunferência por meio de uma fita métrica e em seguida os dados foram transformados em diâmetro dividindo a circunferência por π (pi).

$$DLF = \frac{\text{circunferência longitudinal do fruto}}{\pi} \text{ (Equação 1)}$$

Diâmetro transversal do fruto (DTF) (mm): dado pela maior medida ortogonal (linha reta paralela) ao comprimento (Figura 1B). Avaliada a circunferência por meio de uma fita métrica e em seguida os dados foram transformados em diâmetro dividindo a circunferência por π (pi).

$$DTF = \frac{\text{circunferência transversal do fruto}}{\pi} \text{ (Equação 2)}$$

Espessura da casca do fruto (ECF) (cm): média de três avaliações realizadas, com paquímetro digital, em locais diferentes da casca do fruto (Figura 1C).

Foram avaliados também o número de sementes por fruto (NSF), a massa fresca das sementes (MFS) (g) e a massa seca das sementes (MSS) (g) em uma balança de precisão de 0,001g. A massa seca das sementes foi obtida através de secagem em estufa com temperatura média de 60° C até que a massa permanecesse constante.

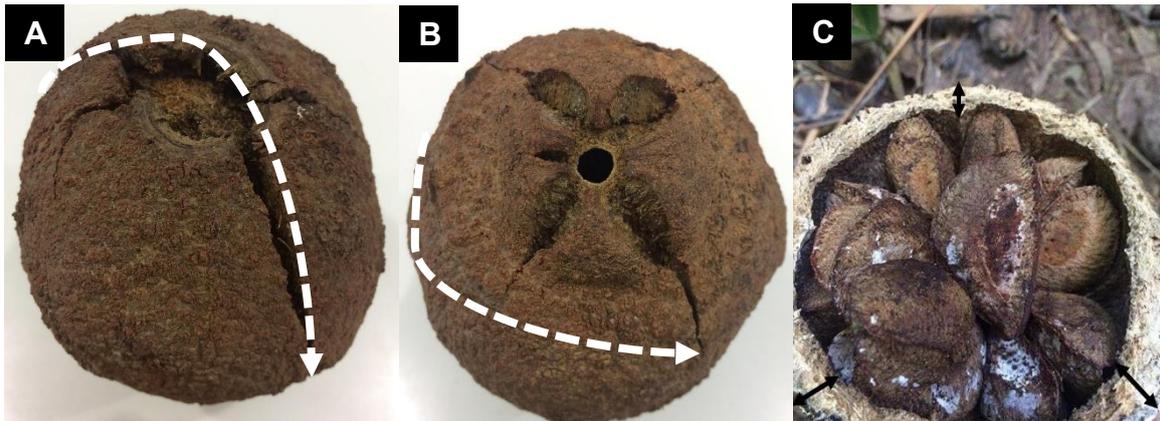


Figura 1. Esquema das características avaliadas nos frutos de castanheira-do-brasil. (A) Diâmetro longitudinal do fruto (DLF); (B) Diâmetro transversal do fruto (DTF); (C) Espessura da casca do fruto (ECF).

Características biométricas das sementes secas

Foram selecionadas aleatoriamente dez sementes por fruto para avaliação, totalizando 2.100 sementes.

As sementes foram avaliadas por meio das seguintes características: Massa unitária da semente (MUS) (g): medida por meio de uma balança semi-analítica, capacidade de 620g com divisão de 0,001g (Figura 2A). Maior eixo da semente (MAS) (mm): é a medida da maior dimensão, avaliada por meio de um paquímetro digital (Figura 2B). Eixo médio da semente (EMS) (mm): medida de forma vertical com a semente deitada, avaliada por meio de um paquímetro digital (Figura 2C). Menor eixo da semente (MES) (mm): medida de forma horizontal em relação a base da semente, avaliada por meio de um paquímetro digital (Figura 2D). Massa unitária da amêndoa (MUA) (g): medida em uma balança semi-analítica 620g com divisão de 0,001g (Figura 2D).

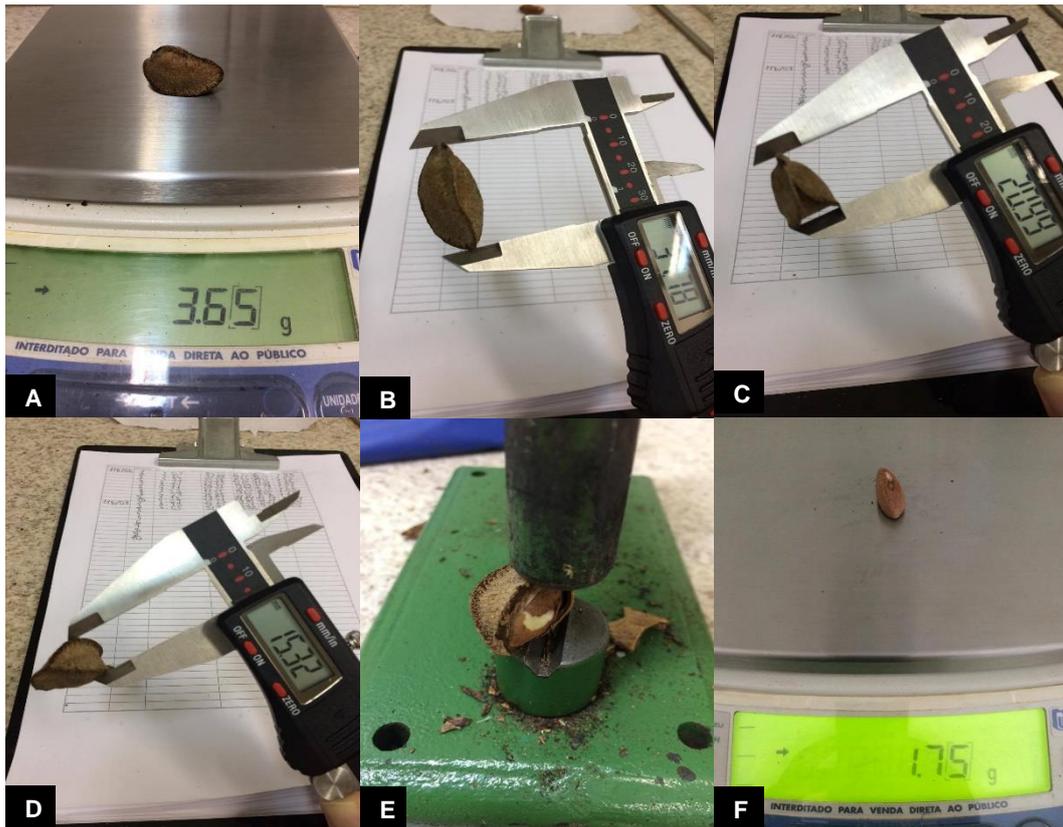


Figura 2. Esquema das avaliações realizadas nas sementes de castanheira-do-brasil. Massa unitária da semente (A); Maior eixo da semente (B); Eixo médio da semente (C); Menor eixo da semente (D); Quebra da casca (E); Massa unitária da amêndoa (F).

Análise estatística

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise estatística descritiva utilizando medidas de tendência central (média), de variabilidade de dados (desvio padrão) e a diferença entre o maior e o menor valor do conjunto de dados. Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística “Programa GENES” (CRUZ, 2006).

Foram realizadas análises multivariadas para a obtenção das estimativas de divergência genética das matrizes por meio do método da distância Euclidiana Média Padronizada. A matriz de dissimilaridade gerada foi utilizada para a realização da análise de agrupamento pelos métodos UPGMA (SNEATH; SOKAL, 1973) e pelo método de otimização de Tocher (RAO, 1952). A validação do agrupamento pelo método UPGMA foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) (SOKAL; ROHLF, 1962). A análise de componentes principais (ACP) foi realizada a fim de definir as características de maior contribuição para o estudo de diversidade. A técnica de componentes

principais, a partir da matriz de correlação, consiste em transformar um conjunto de p variáveis X_1, X_2, \dots, X_p em um novo conjunto Y_1, Y_2, \dots, Y_p , em que os Y 's apresentam as seguintes propriedades:

I. Cada componente principal (Y_i) é uma combinação linear das p variáveis padronizadas (X_j), ou seja, equação 3

$$Y_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p = \sum_{j=1}^p a_{ij}X_j \text{ (Equação 3)}$$

onde a_{ij} são os autovetores, com $i = 1, 2, \dots, p$ e $\sum_{j=1}^p a_{ij}^2 = 1$

II. O primeiro componente principal, Y_1 , é tal que sua variância é máxima entre todas as combinações lineares de X . O segundo componente principal é não correlacionado com o primeiro e possui a segunda maior variância. Da mesma forma, definam-se os outros p componentes principais não-correlacionados entre si, ou seja, equação 4

$$\text{Var}(Y_1) \geq \text{Var}(Y_2) \geq \dots \geq \text{Var}(Y_p) \text{ (Equação 4)}$$

III. A cada componente principal Y_i existe p autovalor ordenado de forma que equação 5

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \text{ (Equação 5)}$$

IV. As combinações lineares formadas são não-correlacionadas:

$$\text{Cov}(Y_1, Y_2) = \text{Cov}(Y_1, Y_3) = \dots = \text{Cov}(Y_{p-1}, Y_p) = 0 \text{ (Equação 6)}$$

A importância relativa de um componente principal foi avaliada pela percentagem de variância total que ele explica, ou seja, a percentagem de seu autovalor em relação ao total dos autovalores de todos os componentes que é dado pela equação 7:

$$Y_i = \frac{\text{Var}(Y_i)}{\sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i)} \times 100 = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \times 100 \text{ (Equação 7)}$$

Para todas as análises estatísticas foi utilizado o programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

A análise descritiva revelou a existência de divergência genética entre os 21 genótipos de castanheira-do-brasil com base nas características de frutos e sementes avaliados. Ocorreu variação para as variáveis, o que pode ser verificado pela magnitude dos valores de amplitude (Tabela 1).

Tabela 1. Análise descritiva apresentando as médias gerais, desvio-padrão (DP), valores de mínimo, máximo e amplitude das características avaliadas nos 21 genótipos de castanheira-do-brasil.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo	Amplitude
MTF (g)	404,09	124,40	112	828	716
DLF (mm)	101,55	8,78	80,25	124,84	44,59
DTF (mm)	99,79	9,32	79,62	125,48	45,86
ECF (mm)	9,64	1,32	5,5	13,28	7,78
NSF	16,48	3,70	10	26	16
MFS (g)	94,54	27,49	24	182	158
MSS (g)	65,75	19,66	20	120	100

MTF: massa total do fruto (g), DLF: Diâmetro longitudinal do fruto (mm), DTF: Diâmetro transversal do fruto (mm), ECF: espessura da casca do fruto (mm), NSF: número de sementes por fruto, MFS: massa fresca das sementes (g), MSS: massa seca das sementes (g).

Em relação ao diâmetro transversal do fruto, os valores obtidos neste estudo, que variou de 79,62 mm a 125,48 mm, tendo uma média de 99,79 mm foram menores em relação aos observados por Kaminski et al. (2008) que avaliou frutos de castanheira-do-brasil oriundos de duas parcelas permanentes de floresta nativa do Projeto Kamukaia nos municípios de Caracá e São João da Baliza, no sul do Estado de Roraima e encontrou uma média de 118,91 mm, com valores variando de 91,26 mm a 138,21 mm. A média de diâmetro longitudinal encontrada por Kaminski et al (2008) também se mostrou maior em relação ao valor encontrado neste trabalho, com o valor de 113,54 mm de comprimento.

A média da massa do fruto foi de 404,09 g, sendo menor que as encontradas por Camargo et al. (2010) que ao analisarem três variações de castanheira-do-brasil (rajada, mirim e rosa) na Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu-MT, encontraram as médias 481,37 g, 434,35 g e 697,13 g para os tipos citados anteriormente. Com relação à massa das sementes por fruto, cujos valores médios foram de 94,54 g para o massa fresca e 65,75 g para a massa seca, os valores encontrados por Kaminski et al. (2008) e Camargo (2010), que

trabalharam com a massa fresca das sementes, também foram maiores, sendo respectivamente 184,66 g e 119,93g, 118,66g e 124,5g para os três tipos avaliados por Camargo et al. (2010). Quanto ao número total de sementes, este estudo apresentou uma média de 16,48, sendo semelhante ao valor encontrado por Kaminski et al. (2008) de 16,28, bem como para duas das variedades estudadas por Camargo et al. (2010), 16,51 (rajada) e 15,17 (mirim).

As sementes apresentaram médias de 4,08 g para a massa unitária da semente, 34,83 mm para o maior eixo, 20,52 mm para o eixo médio, 14,72 mm para o menor eixo e 1,79 g para a massa unitária da amêndoa (Tabela 2).

Tabela 2. Análise descritiva apresentando as médias gerais, desvio-padrão (DP), valores de mínimo, máximo e amplitude das características avaliadas nos 21 genótipos de castanheira-do-brasil.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo	Amplitude
MUS (g)	4,08	0,97	1,33	6,68	5,35
MAS (mm)	34,83	3,05	26,23	42,49	16,26
EMS (mm)	20,52	1,63	16,29	26,22	9,93
MES (mm)	14,72	1,31	10,73	18,32	7,59
MUA (g)	1,79	0,53	0,28	3,28	3

MUF: massa unitária do fruto (g), MAS: maior eixo da semente (mm), EMS: eixo médio da semente (mm), MES: menor eixo da semente (mm), MUA: média unitária da amêndoa (g).

A grande amplitude observada entre os valores mínimos e máximos dos caracteres demonstra presença de variabilidade entre os genótipos avaliados, o que está de acordo com estudo realizado por Teixeira et al. (2015), os quais observaram elevado nível de variação genética dentro de populações de castanheira, resultado da alta taxa de cruzamento entre os indivíduos (O'MALLEY et al., 1988).

Taffarel et al. (2013) e Nogueira (2014) ao analisarem sementes da mesma floresta nativa do município de Itaúba, encontraram médias maiores para o eixo médio (24,19mm e 26,60mm) e o menor eixo da semente (16,57mm e 17,88mm), evidenciando que há diferenciação nos parâmetros avaliados de uma safra para outra em populações nativas. Tonini e Pedrozo (2014) ao avaliarem variações anuais na produção de frutos e sementes de castanheira-do-brasil em florestas nativas de Roraima constataram que há variação na produção anual nas populações e entre os indivíduos na mesma população.

Houve variação de 0,11 a 0,84, com média de 0,32, nas distâncias entre os pares de matrizes. Foi encontrada a maior divergência entre as matrizes ITA5 e ITA19, com 0,84. A menor dissimilaridade registrada neste estudo foi de 0,11 entre ITA1 e ITA8.

Todas as combinações entre as matrizes listadas na Tabela 3, podem promover grande heterogeneidade, além de maior diversidade genética nas gerações futuras.

Tabela 3. Pares de genótipos mais divergentes estimados a partir da Distância Euclidiana Média no estudo sobre divergência entre os 21 genótipos de castanheira-do-brasil.

Ordem	Distância Euclidiana Média	Pares de Genótipos
1 ^o	0,84	ITA19 x ITA05
2 ^o	0,74	ITA02 x ITA05
3 ^o	0,71	ITA10 x ITA05
4 ^o	0,70	ITA12 x ITA05
5 ^o	0,69	ITA20 x ITA05
6 ^o	0,66	ITA13 x ITA05
7 ^o	0,65	ITA18 x ITA05
8 ^o	0,65	ITA09 x ITA05
9 ^o	0,64	ITA01 x ITA05

A matriz ITA5 esteve presente em todas as combinações mais divergentes (Tabela 3). A matriz ITA19, que juntamente com ITA5 forma o par mais divergente possui a maior média de massa total do fruto (MTF) e maior média do diâmetro longitudinal do fruto (DLF). A matriz ITA2 possui as maiores médias para características das sementes, como massa unitária da semente (MUS), maior eixo da semente (MAS) e eixo médio da semente (EMS). A matriz ITA10 apresentou uma maior média para a massa fresca das sementes (MFS). Observando os nove pares de matrizes que mais divergiram, as três primeiras combinações são as melhores em relação aos desempenhos dos caracteres, ITA19 x ITA5; ITA02 x ITA5; ITA10 x ITA5 (Tabela 3).

Na Tabela 4 está representada a distância euclidiana média entre os 21 genótipos de castanheira-do-brasil, calculada a partir dos 12 caracteres avaliados.

Tabela 4. Distância euclidiana média entre 21 genótipos de castanheira-do-brasil de populações naturais, calculada a partir de 12 caracteres.

	ITA1	ITA2	ITA3	ITA4	ITA5	ITA6	ITA7	ITA8	ITA9	ITA10	ITA11	ITA12	ITA13	ITA14	ITA15	ITA16	ITA17	ITA18	ITA19	ITA20	ITA21
ITA1																					
ITA2	0,16																				
ITA3	0,42	0,46																			
ITA4	0,42	0,46	0,27																		
ITA5	0,64	0,74	0,44	0,42																	
ITA6	0,34	0,41	0,28	0,39	0,57																
ITA7	0,18	0,31	0,28	0,35	0,52	0,21															
ITA8	0,11	0,23	0,35	0,37	0,60	0,26	0,12														
ITA9	0,26	0,23	0,30	0,38	0,65	0,31	0,26	0,27													
ITA10	0,22	0,25	0,46	0,52	0,71	0,36	0,27	0,22	0,34												
ITA11	0,49	0,58	0,30	0,39	0,32	0,35	0,34	0,42	0,51	0,48											
ITA12	0,22	0,21	0,37	0,45	0,70	0,25	0,22	0,21	0,18	0,23	0,50										
ITA13	0,23	0,21	0,35	0,42	0,66	0,29	0,24	0,22	0,19	0,18	0,45	0,11									
ITA14	0,32	0,41	0,16	0,26	0,38	0,26	0,18	0,27	0,30	0,40	0,23	0,34	0,32								
ITA15	0,22	0,32	0,24	0,28	0,47	0,26	0,12	0,16	0,28	0,28	0,28	0,28	0,25	0,15							
ITA16	0,32	0,36	0,14	0,28	0,50	0,20	0,19	0,25	0,23	0,30	0,25	0,22	0,16	0,16							
ITA17	0,29	0,29	0,29	0,32	0,53	0,39	0,28	0,30	0,20	0,37	0,42	0,30	0,25	0,23	0,24	0,25					
ITA18	0,18	0,20	0,33	0,41	0,65	0,25	0,18	0,15	0,18	0,20	0,46	0,11	0,13	0,30	0,22	0,21	0,29				
ITA19	0,32	0,32	0,56	0,62	0,84	0,41	0,37	0,32	0,40	0,17	0,60	0,26	0,27	0,52	0,41	0,42	0,50	0,25			
ITA20	0,26	0,35	0,47	0,53	0,69	0,34	0,26	0,22	0,40	0,15	0,46	0,29	0,27	0,40	0,28	0,34	0,44	0,23	0,19		
ITA21	0,21	0,27	0,37	0,42	0,61	0,28	0,20	0,16	0,31	0,12	0,37	0,22	0,17	0,29	0,18	0,24	0,32	0,18	0,26	0,17	

A análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA, utilizando 12 características quantitativas, baseado na distância euclidiana média proporcionou a formação de três grupos (Figura 1).

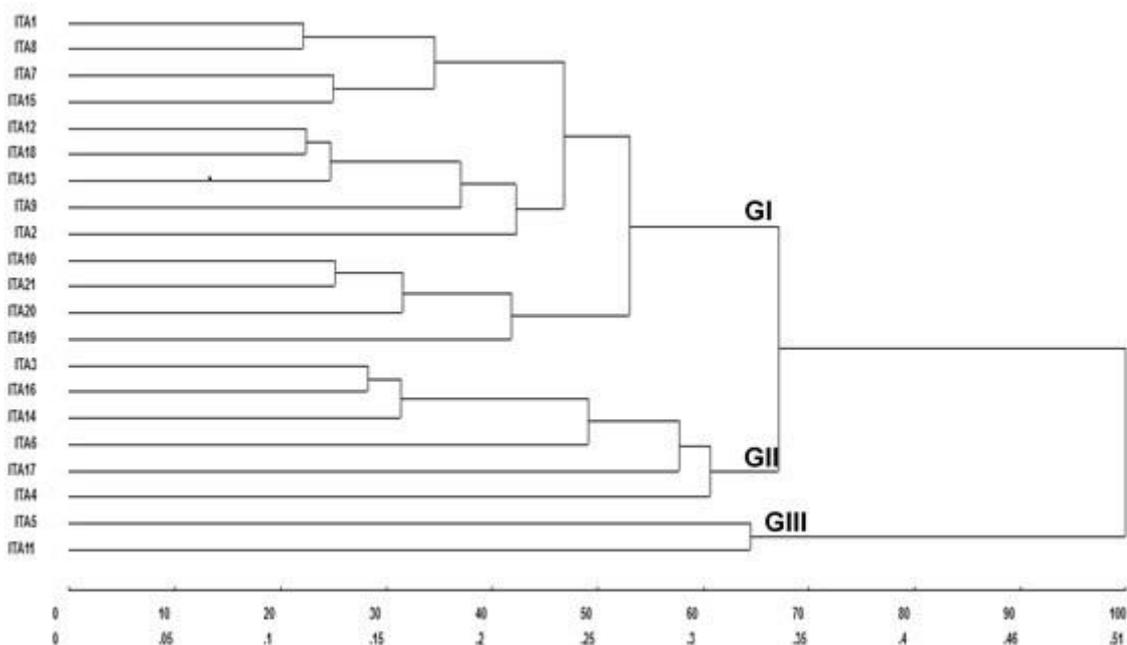


Figura 3. Dendrograma resultante da análise de 21 genótipos de castanheira-do-brasil, obtido pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância euclidiana média como medida de distância genética. Coeficiente de correlação cofenética (0,7511).

A matriz ITA19 está alocada no grupo I, porém observa-se que o mesmo encontra-se parcialmente separado formando um subgrupo exclusivo neste grupo.

O grupo I apresentou maior número de matrizes quando comparado ao grupo II, onde foram alocadas seis matrizes (ITA3; ITA16; ITA14; ITA6; ITA17 e ITA4) e ao grupo III, que alocou ITA5 e ITA11, sendo estas as mais distantes das outras pois se agruparam com as demais em 100% de dissimilaridade.

As dissimilaridades genéticas entre as 21 matrizes de castanheira-do-brasil variaram de 0,844 a 0,113. Verifica-se que a menor similaridade ocorreu entre ITA1 e ITA8 (0,113), enquanto que a maior dissimilaridade foi entre ITA5 e ITA19 (0,844).

No agrupamento pelo método de otimização de Tocher verificou-se a formação de quatro grupos (Tabela 5), sendo que o grupo I possui a maior quantidade de matrizes, correspondendo a 76,19%. Os grupos II e III agruparam duas matrizes cada, sendo eles ITA3 e ITA4, as quais apresentaram baixas

médias para o caractere massa seca das sementes e ITA5 e ITA11, que apresentaram baixas médias para a maioria dos caracteres das sementes. O grupo IV foi constituído por apenas uma matriz (ITA19), que apresentou elevadas médias para as características do fruto, principalmente a massa do fruto.

Tabela 5. Agrupamento dos 21 genótipos de castanheira-do-brasil, pelo método de agrupamento de Tocher, utilizando a distância Euclidiana média como medida de distância genética.

Grupos	Genótipos
I	ITA1 ITA8 ITA7 ITA15 ITA18 ITA21 ITA13 ITA12 ITA10 ITA20 ITA2 ITA16 ITA9 ITA6 ITA14 ITA17
II	ITA3 ITA4
III	ITA5 ITA11
IV	ITA19

Este tipo de agrupamento se baseia na formação de grupos cujas distâncias intergrupos sejam menores que as distâncias intragrupos. Ao final do processo obtém-se o número de grupos e os acessos contidos em cada grupo, geralmente acarretando uma maior concentração de genótipos nos primeiros grupos (FARIA et al., 2012).

Ao comparar os agrupamentos obtidos pelos métodos de UPGMA e Tocher percebe-se resultados similares, sendo o primeiro grupo constituído pela maioria das matrizes. As matrizes ITA5 e ITA11 foram agrupadas em um único grupo em ambos os métodos de agrupamento e ITA4 também ficou distanciada do grupo principal.

A análise dos componentes principais revelou que os três primeiros componentes absorveram 86,41% do total da variação, sendo que o primeiro componente explicou 59,68%, o segundo componente 17,35% e o terceiro 9,36% da variação total (Tabela 6). Geralmente, descritores com maiores autovetores e maiores coeficientes de correlação são considerados de maior importância para o respectivo componente (IEZZONI; PRITTS, 1991).

Os resultados foram diferentes dos encontrados por Teixeira et al. (2015) ao avaliar genótipos de castanheira-do-brasil, onde os três primeiros componentes principais explicaram cerca de 77% da variação investigada.

Tabela 6. Estimativas dos autovalores associados aos componentes principais, juntamente com sua importância relativa (%) e acumulada (%), referentes a 12 características morfológicas de castanheira-do-brasil.

CP¹	Autovalor	Importância Relativa (%)	(%) Acumulada
CP₁	7,16	59,68	59,68
CP₂	2,08	17,35	77,04
CP₃	1,12	9,36	86,41
CP₄	0,63	5,28	91,69
CP₅	0,44	3,74	95,43
CP₆	0,24	2,02	97,46
CP₇	0,17	1,47	98,94
CP₈	0,07	0,66	99,60
CP₉	0,02	0,21	99,82
CP₁₀	0,01	0,10	99,92
CP₁₁	0,00	0,05	99,97
CP₁₂	0,00	0,02	100,00

¹Cada componente principal é uma combinação linear das doze variáveis padronizadas.

O componente principal CP¹, que explicou 59,68% da variância total, está associado a um contraste entre grupos de variáveis, com maior peso neste componente os caracteres: massa fresca das sementes, massa seca das sementes, massa unitária da semente e maior eixo da semente, contribuindo para a variabilidade das variáveis com 0,32% para todas as variáveis citadas (Tabela 7), sendo variáveis mais significativas a seleção de genótipos para a produção de sementes.

Tabela 7. Conjunto dos autovetores (coeficiente de ponderação) explicadas pelos componentes principais (CP_i) das 12 variáveis analisadas em castanheira-do-brasil.

Cp ₁	Elementos dos autovetores associados											
	MTF	DLF	DTF	ECF	NSF	MFS	MSS	MUS	MAS	EMS	MES	MUA
CP ₁	0,28	0,29	0,31	0,23	0,10	0,32	0,32	0,32	0,32	0,30	0,25	0,29
CP ₂	0,31	0,27	0,26	0,10	0,54	0,10	0,10	-0,31	-0,24	-0,32	-0,39	-0,07
CP ₃	-0,30	-0,36	-0,31	-0,28	0,46	0,42	0,42	0,01	0,08	0,00	0,00	-0,01
CP ₄	-0,21	-0,16	-0,08	0,83	0,10	0,03	0,01	-0,12	0,07	0,13	0,05	-0,40
CP ₅	-0,11	-0,20	-0,15	0,35	-0,11	-0,06	0,08	0,11	0,04	-0,30	-0,39	0,70
CP ₆	0,14	-0,14	-0,05	0,13	0,03	0,00	0,12	-0,04	-0,67	-0,17	0,62	0,21
CP ₇	-0,50	0,30	0,08	-0,01	0,50	-0,36	-0,26	-0,04	0,16	-0,03	0,29	0,26
CP ₈	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01	0,08	0,00	-0,10	-0,28	-0,34	0,79	-0,25	0,28
CP ₉	0,49	0,10	-0,69	0,05	0,22	0,06	-0,38	-0,02	0,20	0,00	0,09	0,07
CP ₁₀	-0,15	0,57	-0,44	0,03	-0,08	-0,24	0,45	0,26	-0,24	0,06	-0,14	-0,14
CP ₁₁	0,25	-0,39	0,10	-0,01	0,36	-0,48	0,00	0,58	-0,08	0,13	-0,13	-0,13
CP ₁₂	0,24	-0,14	-0,04	-0,05	-0,03	-0,50	0,48	-0,52	0,33	0,05	0,14	0,06

MTF: massa total do fruto (g), DLF: diâmetro longitudinal do fruto (mm), DTF: diâmetro transversal do fruto (mm), ECF: espessura da casca do fruto (mm), NSF: número de sementes por fruto, MFS: massa fresca das sementes (g), MSS: massa seca das sementes (g), MUS: massa unitária da semente (g), MAS: maior eixo da semente (mm), EMS: eixo médio da semente (mm), MES: menor eixo da semente (mm) e MUA: massa unitária da amêndoa (g).

Para o componente CP², que explicou 17,35% da variância total, destacaram-se o número de sementes por fruto, o eixo médio da semente e o menor eixo da semente. E no terceiro, novamente aparecem os caracteres número de sementes por fruto, massa fresca das sementes e massa seca das sementes (Tabela 7). A partir da análise dos caracteres nos três primeiros componentes principais pode-se observar que as características avaliadas nas sementes foram as que mais contribuíram, comprovando a importância de avaliá-las em trabalhos relacionados a diversidade genética de matrizes de castanheira-do-brasil.

Utilizar a metodologia das projeções das distâncias no plano cartesiano 3D no estudo da divergência genética tem como intuito identificar os genótipos mais dissimilares em gráficos de dispersão tridimensional, procurando simplificar a interpretação dos resultados, em conjunto aos outros métodos citados anteriormente (IVOGLO, 2007).

Os 21 genótipos de castanheira-do-brasil foram agrupados pelas projeções das suas distâncias em um plano cartesiano tridimensional (Figura 4), estimado pela distância euclidiana média padronizada. Nota-se na Figura 4, o distanciamento dos genótipos ITA3 e ITA4 (grupo II), ITA5 e ITA11 (grupo III) e ITA19 (grupo IV) pertencentes também a grupos separados com o método de Tocher, bem como a proximidade dos genótipos pertencentes ao grupo I.

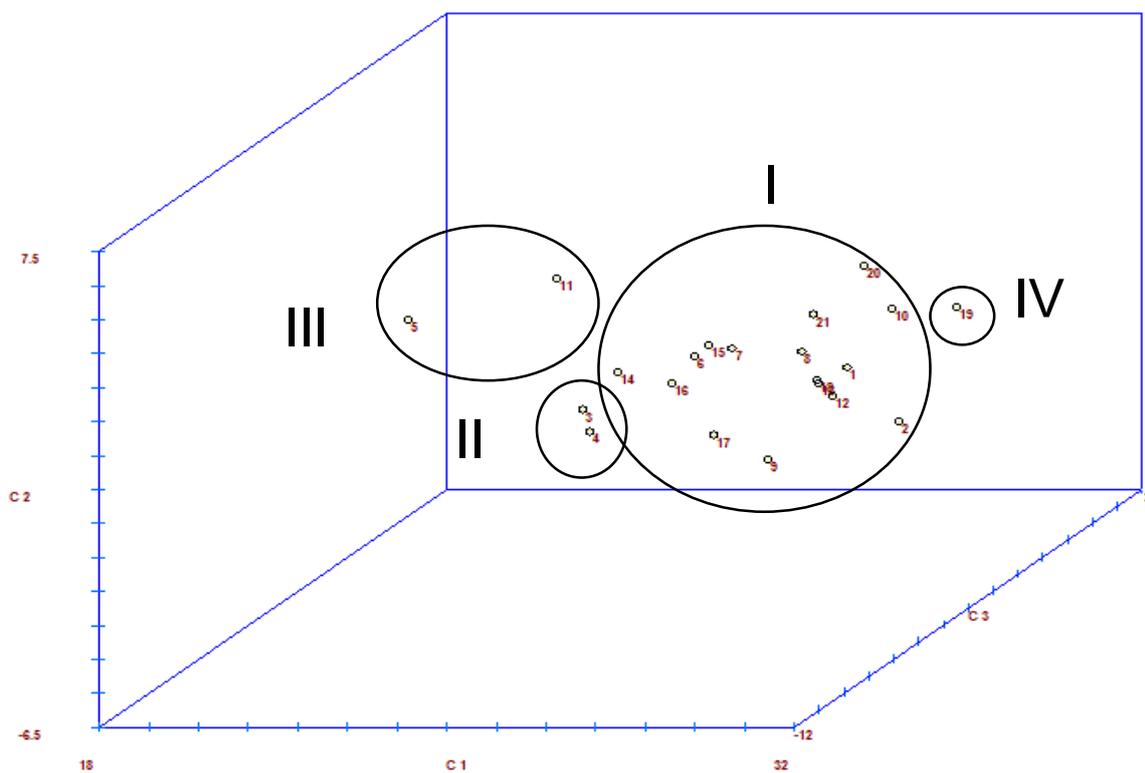


Figura 4. Dispersão gráfica 3D de 21 genótipos de castanheira-do-brasil estimada pela distância euclidiana média padronizada.

Estudar a divergência genética por meio dos métodos de agrupamento empregados possibilitou a discriminação do genótipo ITA5, que juntamente com outros genótipos formou os pares mais divergentes. Este genótipo foi um dos mais divergentes no método de Tocher, sendo, neste caso, o mais indicado para integrar os planos de cruzamentos.

Conclusões

Os caracteres de maior contribuição para a variabilidade genética dos genótipos estudados são: número de sementes por fruto (NSF), massa fresca das sementes (MFS), massa seca das sementes (MSS), menor eixo das sementes (MES) e massa unitária das amêndoas (MUA). Portanto, estes caracteres são considerados os mais responsivos para a seleção de genótipos da espécie em estudo.

Há divergência genética entre as árvores matrizes de castanheira-do-brasil analisadas. As matrizes que apresentaram características mais desejáveis podem ser utilizadas para a propagação de mudas ou seleção de gemas para bancos de germoplasma e futuramente para produtores que tenham o intuito de reflorestar áreas degradadas ou realizar plantios comerciais de castanheira-do-brasil.

Referências Bibliográficas

BRAGA, E.T.M. Diversidade morfológica e produção de *Bertholletia excelsa* HBK (Lecythidaceae) no sudeste do estado do Acre-Brasil. **Embrapa Acre-Tese/dissertação (ALICE)**, Acre, p. 45, 2007.

CAMARGO, F. F.; da COSTA, R. B.; de RESENDE, M. D. V.; ROA, R. A. R.; RODRIGUES, N. B.; dos SANTOS, L. V.; de FREITAS, A. C. A. Variabilidade genética para caracteres morfométricos de matrizes de castanha-do-brasil da Amazônia Mato-grossense. **Acta amazônica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 705-710. 2010.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 326-328, 2003.

CLAY, J. W., Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development. **Harvesting wild species: implications for biodiversity conservation**, Baltimore, p. 246-282, 1997.

CLEMENT, C. R. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização: SEBRAEPDET**, Manaus, p. 118-131, 1999.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**, Editora UFV, Viçosa, 382p. 2006.
CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.3, p.389-398, 2003.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae Caesalpinioideae), **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, p.161-165, 2001.

EDWARDS, D. G. W. Forest tree seeds at the end of 20th century: major accomplishments and needs. In: **Forests and society: the role of research: XXI IUFRO World Congress, 7-12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia**. Malaysian XXI IUFRO World Congress Organising Committee, v.21, n.1, p.54. 2000.

FARIA, P. N.; CECON, P. R.; DA SILVA, A. R.; FINGER, F. L.; SILVA, F.; CRUZ, C. D.; SÁVIO, F. L. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 3, p. 428-432, 2012.

IEZZONI, A. F.; PRITTS, M. P. Applications of principal component analysis to horticultural research. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 4, p. 334-338, 1991.

IVOGLO, M. G. **Divergência genética entre progênies de café robusta**. Dissertação de Mestrado, Campinas, 2007.

KAMINSKI, P. E.; TONINI, H.; JÚNIOR, M. M.; SCHWENGBER, L. A. M. Biometria de Frutos de Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), **Manejo Sustentável do Produtos Florestais Não-madeireiros na Amazônia**, Roraima, v.1, p.45-52, 2008.

MELO, M. G. G; MENDONÇA, M. S; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae), **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MORI, S. A.; G. T. PRANCE, 1990. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, New York, v. 8, p. 130-150, 1990.

NOGUEIRA, R. M.; ÁLVARES, V. D. S.; RUFFATO, S.; LOPES, R. P.; SILVA, J. D. S. Physical properties of Brazil nuts. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 963-971, 2014.

O'MALLEY D. M.; BUCKLEY, D. P.; PRANCE, G. T.; BAWA, K. S. Genetic of Brasil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 929-932, 1988.

ORTIZ, E. G. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Tapping the green market: certification and management of non-timber forest products**, London, p. 61-74, 2002.

PAULA. R. C. **Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de Pterogyne nitens Tul. (Fabaceae – Caesalpinioideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes**. Tese (Livre-Docente em Silvicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. **Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES**, p. 215-274, 1993.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, p. 390, 1952.

SNEATH, P. H. & SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco, p. 573, 1973.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Utrecht, v.11, n. 2, p 33-40, 1962.

TAFFAREL, C.; BOTELHO, S. de C. C.; BOTIN, A. A.; BOTELHO, F. M.; TARDIN, A. B. B.; **Fatores de forma de sementes de castanheira-do-brasil do estado de Mato Grosso**. XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 04 a 08 de agosto de 2013, Fortaleza, CE, Brasil, 2013.

TEIXEIRA, R. A., PEDROZO, C. Â., DA COSTA, E. K. L., BATISTA, K. D., TONINI, H., & PESSONI, L. A. Correlation and phenotypic divergence among

cultivated genotypes of Brazil nut. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 523-531, 2015.

TONINI, H., BALDONI, A. B., HOOGERHEIDE, E. S. S., BOTELHO, S. D. C. C. Caracterização e rentabilidade do sistema extrativista da castanha-do-brasil praticado em Itaúba (MT). **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 3, p. 175-181, 2017.

TONINI, H.; PEDROZO, C. A. Variações anuais na produção de frutos e sementes de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, 2014.

WADT, L. H. de O.; KAINER, K. A. Domestication and breeding of the Brazil nut tree. **Domestication and breeding: Amazonian species**, Viçosa, p. 297-317, 2012.

ZUIDEMA, P. A., Demografía y manejo del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*). **PROMAB (Programa de Manejo de Bosques Tropicales) Serie Científica**, Riberalta, v. 6, 2003.

3.3. MEIOSE E VIABILIDADE POLÍNICA DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL

Resumo – (Meiose e viabilidade polínica de castanheira-do-brasil). A espécie *Bertholletia excelsa*, conhecida como castanheira-do-brasil configura entre as espécies arbóreas mais importantes da Floresta Amazônica. O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento meiótico, a viabilidade polínica e a citoquímica em *B. excelsa* com ocorrência natural no município de Alta Floresta-MT, a fim de se caracterizar o comportamento reprodutivo da espécie. Para tal, foram coletados botões florais em vários estádios de desenvolvimento em uma população, e em seguida estes foram fixados em solução de ácido acético 3:1 e álcool 70%. A coloração das células foi feita através dos corantes carmim acético 1%, reagente de Alexander, lugol e sudan IV, para as análises meióticas, viabilidade polínica e citoquímica, respectivamente. Todas as observações foram realizadas em microscópio óptico. Foi observado que a espécie possui $2n=2x=26$ cromossomos. A meiose foi considerada regular, com um índice meiótico de 92,4%, sendo observados alguns cromossomos retardatários em anáfase I, além de segregação irregular dos cromossomos e dissinclonia celular na anáfase II. A viabilidade polínica através de corantes foi considerada alta, acima de 80%, juntamente com a viabilidade através da germinação do tubo polínico, que foi acima de 50% no melhor meio de cultura. A análise citoquímica revelou positividade para amidos e lipídios, com uma maior porcentagem de lipídios. A castanheira-do-brasil apresenta meiose regular, viabilidade polínica alta e maior porcentagem de lipídios em seus grãos de pólen.

Palavras-chave: Índice meiótico, citoquímica, germinação de pólen

Abstract – (Meiosis and pollen viability of Brazil nuts). *Bertholletia excelsa*, known as Brazil nut tree, is one of the most important arboreal species of the Amazon Forest. The present study aimed to evaluate the meiotic behavior, pollen viability and cytochemistry in *B. excelsa* with a natural occurrence in the municipality of Alta Floresta-MT, in order to characterize the reproductive behavior of the species. For this, floral buds were collected at various stages of development in a population, and then they were fixed in 3: 1 acetic acid solution and 70% alcohol. The staining of the cells was done through the 1% acetic acid dyes, Alexander reaction, lugol and sudan IV, for the meiotic analyzes, pollen viability and cytochemistry, respectively. All observations were made under an optical microscope. It was observed that the species has $2n = 2x = 26$ chromosomes. Meiosis was considered regular, with a meiotic index of 92.4%, with some chromosomes lagging behind in anaphase I, as well as irregular segregation of the chromosomes and cellular dissinclonia in the anaphase II. Pollen viability through dyes was considered high, above 80%, along with viability through germination of the pollen tube, which was above 50% in the best culture medium. Cytochemical analysis revealed positivity for starches and lipids, with a higher percentage of lipids. Brazil nut tree presents regular meiosis, high pollen viability and higher percentage of lipids in its pollen grains.

Key words: Meiotic index, cytochemistry, pollen germination

Introdução

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl. / Lecythidaceae) é uma das espécies arbóreas mais importantes da Floresta Amazônica. Possui tronco escuro, crescimento ortotrópico, flores creme-amareladas e um fruto globoso denominado pixídio. Possui inflorescência terminal ou em panículas axilares de 10 a 20 cm de comprimento, com 10 a 40 flores subsésseis, bissexuais, globosas de 3-3, 5 cm de diâmetro e a antese ocorre entre 04h30 e 05h00 (MÜLLER et al., 1980; ORWA et al., 2009). A floração geralmente ocorre entre os meses de agosto e outubro, com coleta de frutos entre novembro e março (SANTOS, 2012).

Estudos de fenologia reprodutiva são de fundamental importância para auxiliar no desenvolvimento de estratégias de polinizações manuais e naturais, visando a conservação das espécies vegetais. A polinização é uma das formas de garantir a sobrevivência de uma espécie por meio da fecundação do óvulo pelo grão de pólen. No entanto a fertilidade de um organismo está diretamente correlacionada a sua regularidade meiótica, pois é através dela que células reprodutivas são formadas (TECHIO et al., 2007).

Estudos a respeito da viabilidade polínica e estabilidade meiótica permitem verificar o potencial do gameta masculino na eficiência da fecundação e consequente fertilização e são de grande importância no melhoramento de espécies vegetais (HORNER; PALMER, 1995; DAMASCENO JUNIOR et al., 2010).

Quando se deseja fazer uma avaliação rápida, os testes colorimétricos, que não envolvem germinação, podem ser utilizados. Estes testes utilizam corantes químicos específicos, como reativo de alexander e carmim acético por exemplo, que reagem com os constituintes presentes no pólen maduro (PAGLIARINI; POZZOBON, 2004). Alguns exemplos de trabalhos com teste colorimétricos com espécies nativas da Amazônia são: Ecologia da polinização de *Oenocarpus mapora* karsten.(arecaceae) nas condições de belém (PA) (DE OLIVEIRA et al., 2016); Viabilidade polínica em *Bertholletia excelsa* bonpl. (Lecythidaceae) baseada em diferentes testes colorimétricos (DOS SANTOS et al., 2015); Viabilidade e germinação polínica em bananeira-do-brejo (DE MELLO et al., 2016).

Juntamente com os métodos de coloração relativamente rápidos e baratos, outros métodos são necessários para avaliar a viabilidade do pólen como germinação dos grãos de pólen “*in vitro*”, visto que os corantes reagem com constituintes químicos ou estruturas, cujas presenças podem não refletir a capacidade de o grão de pólen germinar (NETO et al., 2009; BIONDO; BATTISTIN, 2012). Alguns exemplos de trabalhos com teste colorimétricos com espécies nativas da Amazônia são: Germinação *in vitro* do pólen de *Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann (ANTONIO, 2008); Viabilidade *in vitro* de grãos de pólen de bacurizeiro – Clusiaceae (NETO et al., 2011); Viabilidade de pólen *in vivo* e *in vitro* em genótipos de açaizeiro (OLIVEIRA et al., 2001).

Outra forma de avaliar grãos de pólen é a análise citoquímica que avalia a presença de materiais de reserva dos grãos polínicos, com destaque para os corantes Sudan IV (para a identificação de lipídios) e Lugol (para identificação de amido), que irão reagir com componentes celulares presentes nos grãos de pólen (PAGLIARINI; POZZOBON, 2004). O consenso, ecologicamente, é de que pólenes amiláceos é característica de flores polinizadas pelo vento e de espécies polinizadas pela água e já as espécies polinizadas por insetos apresentam substituição de amido por açúcar ou lipídios (BAKER; BAKER, 1979).

A reprodução sexuada necessita de células especializadas denominadas gametas, que são resultado de uma divisão celular chamada meiose, na qual os cromossomos parentais são reduzidos à metade. Diferentemente dos animais, as plantas produzem esporos no término da meiose. Estudar microsporogenese, processo que resulta na formação de gametas masculinos, é relativamente simples pois as anteras (órgão masculino onde ela ocorre) são mais fáceis de serem manipuladas (PAGLIARINI; POZZOBON, 2004). Irregularidades no processo de micrigametogenese têm reflexo na viabilidade polínica e conseqüentemente na formação de frutos. Informações sobre a viabilidade polínica são de grande importância para caracterizar e conservar germoplasma, bem como melhorias genéticas (POZZOBON et al., 2015).

Neste contexto o objetivo deste trabalho foi caracterizar o comportamento meiótico, estimar a viabilidade polínica e determinar o conteúdo de reserva dos grãos de pólen em castanheira-do-brasil nativas da Amazônia mato-grossense.

Material e Métodos

Foram coletados dois mix de botões florais e flores de oito indivíduos nativos de castanheira-do-brasil, em uma população, na propriedade denominada Sítio São João, próxima ao perímetro urbano do município de Alta Floresta, MT. Foram coletados vários botões florais por indivíduo no início da floração na segunda quinzena do mês de setembro do ano de 2016 por volta das 07h.

Comportamento Meiótico

Para análise do comportamento meiótico, botões florais (Figura 1) foram coletados em diferentes estádios de desenvolvimento. O material coletado foi fixado em etanol-ácido acético 3:1, por 24 horas. Em seguida foram transferidos para álcool 70% e conservados em geladeira até serem utilizados.

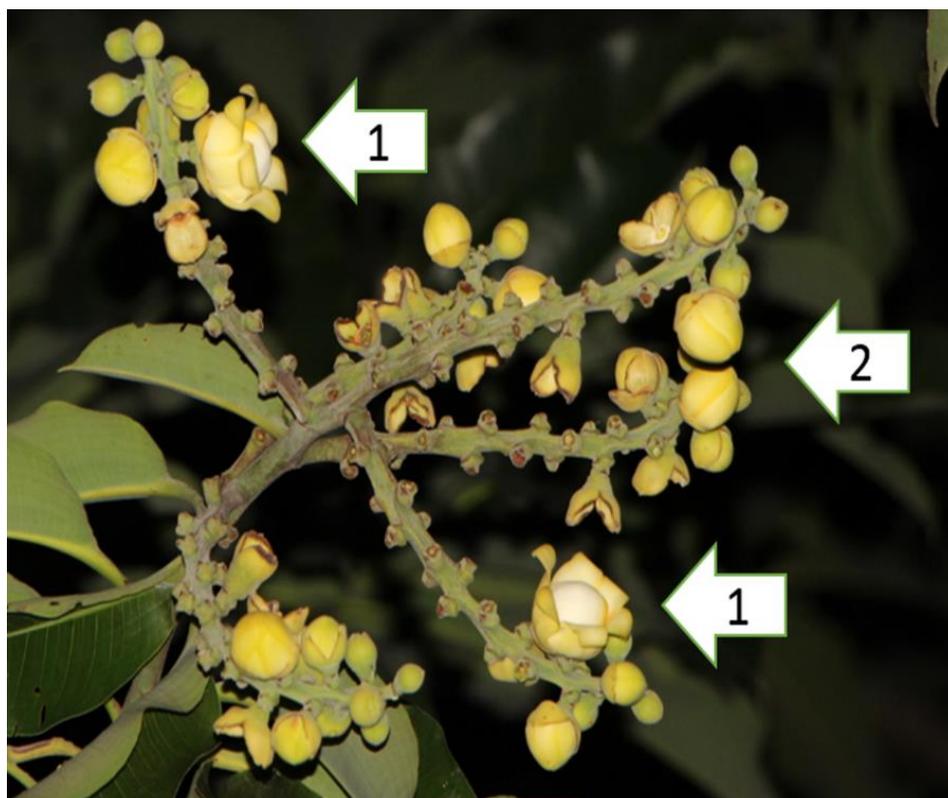


Figura 1. Inflorescência de castanheira-do-brasil com flores abertas (1) e botões em pré-antese (2). Fonte: Bruno V. Roelis, Alta Floresta, setembro de 2016.

Para a preparação das lâminas, anteras foram maceradas em carmim acético a 1% e observadas ao microscópio óptico na objetiva com magnitude de

400X. Diferentes fases da meiose e irregularidades foram analisadas e registradas.

O índice meiótico (IM) foi estimado com a contagem de 300 células/lâminas, em 6 lâminas, perfazendo um total de 1500 produto pós-meióticos. Anteras foram maceradas e coradas com carmim acético a 1% para a visualização e contagem dos produtos pós-meióticos. As tétrades foram consideradas como produto pós-meiótico normal, e mônades, díades, tríades e políades foram consideradas anormais. Com base nestes dados, o índice meiótico foi calculado de acordo com Love (1951) pela equação (1):

$$IM = \frac{\text{Número de tétrades normais}}{\text{Número total de tétrades}} \times 100 \quad (1)$$

Viabilidade Polínica

A viabilidade polínica da castanheira-do-brasil foi avaliada utilizando o método colorimétrico e a germinação do tubo polínico *in vitro*.

Para estimar a viabilidade do pólen pelo método do corante, anteras foram maceradas e coradas com os corantes carmim acético 1% e reativo de Alexander, cada corante foi utilizado para avaliação de duas fases de desenvolvimento floral: antese (flores abertas coletadas das 6 horas às 7 horas do mesmo dia da antese) e pré-antese (botões coletados 12 horas antes da abertura floral). Cinco lâminas foram preparadas por corante para cada fase de desenvolvimento floral, contabilizando 300 grãos de pólen/lâmina, totalizando 1.500 pólenes por corante/fase floral. Verificou-se pelo teste de Lilliefors que as médias de viabilidade polínica não apresentaram distribuição normal. Para o ajustamento das médias foi utilizado a transformação linear $\ln(x)$ com o auxílio do programa BioEstat versão 5.3 (AYRES et al., 2007).

Para a análise da germinação do tubo polínico *in vitro* utilizou-se meio de cultura gelatinoso com sacarose a 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, acrescido de 4 g/L de ágar, com e sem adição de 0,06g/L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e 0,02g/L de H_3BO_3 , totalizando 10 tratamentos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos de germinação de tubo polínico de castanheira-do-brasil em meio com sacarose em diferentes concentrações, com e sem adição de 0,06g/L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e 0,02g/L de H_3BO_3 . + presença e – ausência

Tratamentos	% Sacarose	0,6g/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 0,02g/L H_3BO_3 (%)
1	0	+
2	10	+
3	20	+
4	30	+
5	40	+
6	0	-
7	10	-
8	20	-
9	30	-
10	40	-

Com o auxílio de um pincel, os grãos de pólen foram espalhados sobre a superfície das placas de Petri contendo o meio de cultura, de acordo com os tratamentos da Tabela 1. As culturas foram mantidas a 25 °C em uma câmara do tipo B.O.D.

Os meios de cultura foram avaliados de duas em duas horas com o intuito de verificar o crescimento do tubo polínico dos pólenes. Após seis horas de incubação foi avaliada a porcentagem de germinação dos pólenes, contando-se 250 grãos de pólen/lâmina/tratamento sob microscópio ótico com objetiva de 10 vezes, considerando-se germinados aqueles com tubo polínico maior que o diâmetro do pólen.

Citoquímica

A fim de constatar a presença de substâncias de reserva nos grãos de pólen, técnicas citoquímicas foram utilizadas de acordo com o protocolo de Baker e Baker (1979). Anteras de botões em pré-antese foram maceradas para a confecção das lâminas com os corantes lugol para constatar a presença de amido e sudan IV para a presença de lipídios.

Para o lugol (identificação de amido) foram considerados grãos de pólen amido positivo, aqueles que apresentaram coloração marrom e grãos de pólen amido negativos, aqueles que não apresentaram coloração no citoplasma (BAKER; BAKER, 1979).

Com relação ao Sudan IV (identificação de lipídios), foram considerados lipídio positivo os grãos de pólen corados em vermelho e lipídio negativos os que não apresentaram coloração (DAFNI, 1992).

Foram preparadas cinco lâminas por corante, contabilizando 300 grãos de pólen/lâmina, totalizando 1.500 pólenes por corante.

A viabilidade polínica foi estimada por meio da porcentagem de grãos de pólen viáveis obtidos pela equação (2):

$$\text{Viabilidade do pólen (\%)} = \frac{\text{Número de grãos corados}}{\text{Número de grãos contados}} \times 100 \quad (2)$$

Para verificar a normalidade dos dados da viabilidade polínica foi utilizado o teste de Lilliefors. Em seguida foram submetidos à análise de variância pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as fases de desenvolvimento floral entre os corantes, e para a germinação do tubo polínico. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

Na análise meiótica verificou-se que a espécie é diploide com $n=x=13$ pares de cromossomos nas células em diacinese (Figura 2-A), confirmando o que a literatura registra para a espécie (SODRÉ; KARSBURG, 2009).

A meiose da espécie foi considerada regular. Entretanto, algumas fases da meiose I e II foram consideradas irregulares ocorrendo em anáfase I cromossomos retardatários (Figura 2-C e D) e em anáfase II, segregação irregular dos cromossomos (Figura 2-F) e não sincronia celular no final da anáfase II (Figura 2 -H). De acordo com Pagliarini (2000), as anormalidades meióticas mais comuns observadas em diversas espécies estão relacionadas com falhas na segregação dos cromossomos, caracterizada pela migração precoce ou por cromossomos retardatários em metáfase I e em anáfase I.

Cromossomo retardatário, é caracterizado por um cromossomo ou conjunto de cromossomos que não se apresentam alinhados na placa equatorial durante a metáfase I ou II (BARBOSA, 2016). Segundo Risso-Pascotto et al. (2003), os cromossomos retardatários são associados à presença de micronúcleo nos produtos pós-meiótico. Entretanto, neste estudo não foi constatada a presença de micronúcleo podendo ter ocorrido a ação do mecanismo *check-point* que impede a segregação dos cromossomos na meiose I até o termino da recombinação (WEINERT, 1998).

As demais fases foram consideradas normais, já que nenhuma outra irregularidade foi observada durante a divisão celular (Figura 2).

O índice meiótico para a espécie foi de 92,4% indicando baixo nível de irregularidades meiótica, pois de acordo com Love (1949), plantas com índices acima de 90% são consideradas citogeneticamente estáveis. Levando em consideração que a gametogênese é regulada por um grande número de genes, a meiose é uma grande fonte de variabilidade genética garantindo a perpetuação das espécies (PAGLIARINI, 2000).

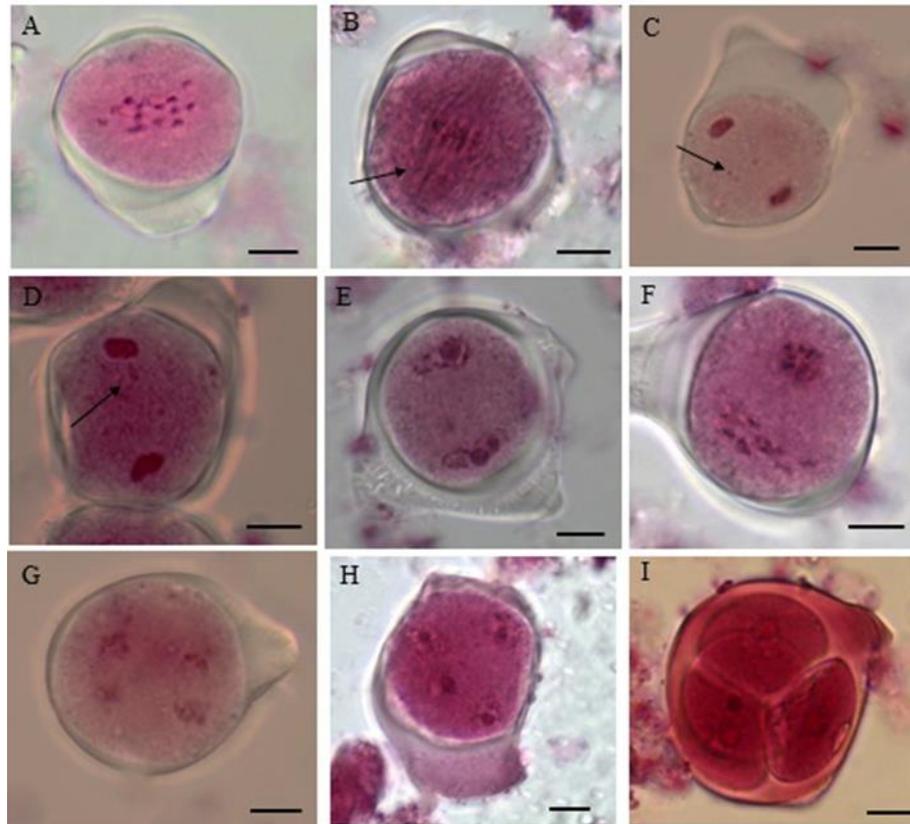


Figura 2. Meiose em castanheira-do-brasil. **A-** Diacinese apresentando 13 pares bivalentes. **B-** Metáfase I evidenciando as fibras do fuso (seta). **C-** Anáfase I com dois pares de cromossomo retardatário (seta). **D-** Anáfase I com um par de cromossomo retardatário (seta). **E-** Prófase II. **F-** Segregação irregular dos cromossomos. **G-** Anáfase II. **H-** Anáfase II demonstrando falta de sincronia na célula. **I-** Tétrade. Barra 20 μm . Aumento de 400X.

O trabalho evidenciou que as anormalidades mais frequentes na espécie foram mônades, seguidas das díades e tríades (Tabela 2).

Tabela 2. Índice de anormalidades pós-meióticas e viabilidade polínica em castanheira-do-brasil

Produtos pós-meióticos	Total
Tétrade	1386
Tríade	4
Díade	14
Mônade	96

A normalidade da meiose gera gametas viáveis, e, normalmente, uma alta porcentagem de grãos de pólen viáveis é esperada como resultado de um alto percentual de tétrades normais, as quais refletem um processo meiótico

regular (TECHIO et al., 2005). Foi possível evidenciar que a castanheira-do-brasil encontra-se em processo meiótico regular, o que consequentemente acarretara um boa produtividade de frutos.

Os resultados evidenciaram a existência de diferença estatística entre as médias de viabilidade apenas na antese. Enquanto na fase de pré-antese não foi observada diferença estatística entre os corantes utilizados (Tabela 3). O reativo de Alexander apresentou maior percentual de viabilidade (93.40%) quando comparado ao percentual da antese do carmim acético (82,27%). Conforme Neto et al., (2006) a viabilidade do pólen de uma espécie pode variar dentro de um mesmo indivíduo, assim a maior porcentagem de pólenes viáveis encontrados na pré-antese neste estudo pode ter decorrido de variações ao acaso.

Tabela 3. Valores médios percentuais de viabilidade polínica de castanheira-do-brasil, dentro das fases de desenvolvimento floral, com os corantes Carmim Acético 1% e Reativo de Alexander.

Corantes	Antese	Pré-antese
Carmim acético 1%	82,27 ^b	97,20 ^a
Reativo de Alexander	93,40 ^a	91,80 ^a

¹ Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tanto o corante carmim acético, quanto o reativo de Alexander distinguiram os pólenes viáveis de inviáveis (Figura 3 A e B) e revelaram uma alta viabilidade polínica para a castanheira-do-brasil, independente das fases de desenvolvimento floral, sendo a média geral acima de 80% (Tabela 3). Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al., (2015), com uma viabilidade superior a 85% utilizando diferentes testes colorimétricos para a mesma espécie. Levando em consideração que o modo como o genótipo se manifesta no indivíduo é o resultado da contribuição dos gametas masculino e feminino, quanto maior a viabilidade polínica, maior a combinação de diferentes alelos e consequentemente, de variabilidade genética (SOUZA et al., 2002). Neste estudo ficou evidenciado que tanto na fase de pré-antese quanto de antese, os pólenes de *B. excelsa* apresentam uma alta taxa de viabilidade, contudo

recomenda-se utilizar pólen somente na antese pois devido à grande aderência do pólen na pré-antese o processo de polinização torna-se praticamente inviável.

Assim, como constatado por Santos et al., (2015), qualquer um dos corantes utilizados é recomendado para testes rotineiros com a castanheira-do-brasil, porém o reativo de Alexander, que constatou uma maior viabilidade na antese é indicado por fazer uma distinção visual maior entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis (Figura 3). Conhecer o período de antese de uma espécie é muito importante em estudos sobre os grãos de pólen de determinada espécie e que são importantes os trabalhos que indicam o melhor momento de coleta do pólen (COSTA et al., 2009).

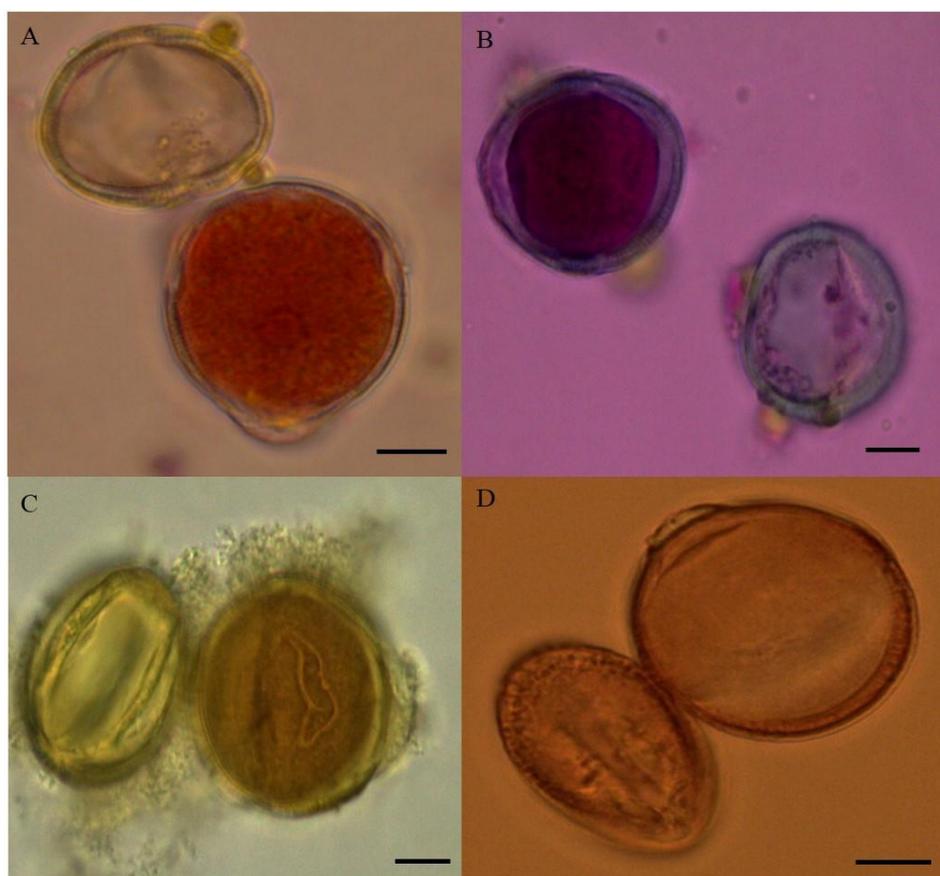


Figura 3. Análise citoquímica e viabilidade polínica em castanheira-do-brasil. **A-** Carmim Acético 1% Grão de pólen viável (escuro=vermelho) e inviáveis não corado. **B-** Alexander Grão de pólen viável (escuros= púrpura) e inviável (claro = verde). **C-** Lugol, grão de pólen viável (amido positivo) corado e inviável não corado. **D-** Sudan IV (lipídio positivo) grão de pólen viável (forma arredondada) e inviável (forma oval) com tamanho reduzido. Barra 20 µm.

Nos testes de germinação *in vitro* observou-se que o tratamento com 10% de concentração de sacarose e adição de nitrato de cálcio e ácido bórico resultou em 51,1% de germinação; com 20% houve 54,4%; com 30% a taxa foi

de 43,4% e com 40% foi de 35,6% de germinação (Figura 4). Scorza e Sherman (1995) consideraram que um bom pólen deve apresentar de 50 a 80% de grãos germinados com tubos bem desenvolvidos.

Nos tratamentos sem adição de nitrato de cálcio e ácido bórico, não ocorreu germinação (Figura 4). A emissão de tubos polínicos ocorreu após duas horas de inoculação do pólen no meio de cultura.

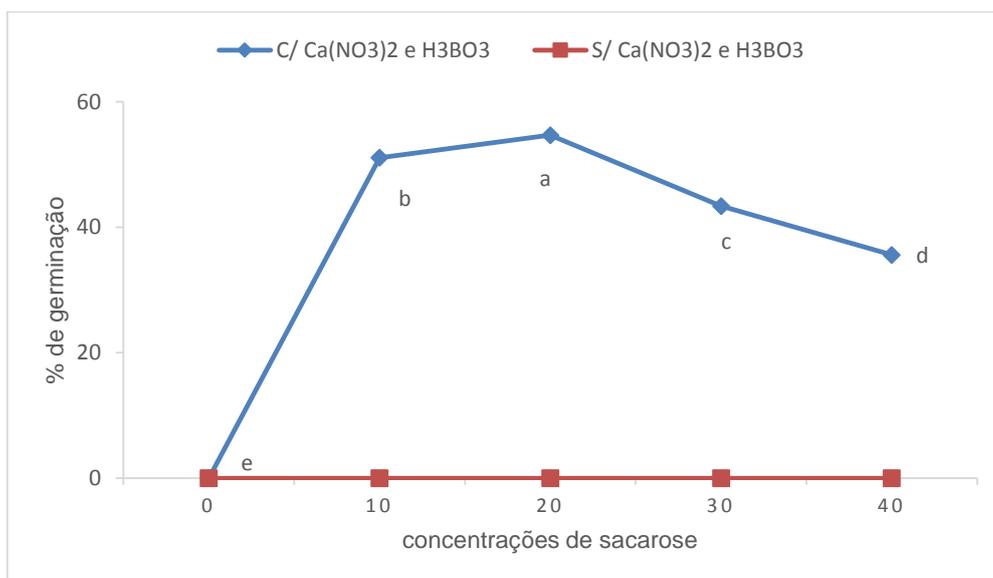


Figura 4. Percentual de grãos de pólen de castanheira-do-brasil germinados com e sem a adição de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_3\text{BO}_3$, em diferentes concentrações de sacarose (0, 10, 20, 30 e 40%) e 4g/l de ágar.

Este trabalho seguiu o mesmo protocolo de Santos et al. (2013) e obteve resultados diferentes com os tratamentos que levaram a adição de nitrato de cálcio e ácido bórico que foram: 77,8% com 10%; 52,5% com 20%; 76% com 30% e 19,8% com 40%. É possível observar que a maior taxa de germinação encontrada em Santos et al., (2013) foi a partir dos 10% de solução de sacarose com nitrato de cálcio e ácido bórico, enquanto neste trabalho obteve-se a maior germinação aos 20% de sacarose, e mesmo assim as taxas de germinação dos outros meios de diferentes concentrações de sacarose foram menores em comparação ao trabalho citado.

Santos et al., (2013) obteve germinação com os meios contendo somente sacarose, contudo os mesmos citam que a maioria resultou em no máximo 21,45% de pólen germinado.

Vários compostos orgânicos e inorgânicos interferem na germinação *in vitro*, dos quais o ágar, a sacarose, o cálcio e o boro são os mais importantes. Para muitas espécies, incluindo a castanheira-do-brasil, boro e cálcio são necessários para o crescimento do tubo polínico e o boro adicionado na forma de ácido bórico é essencial para cultura *in vitro* de pólen para a maioria das espécies (ACAR et al., 2010; CHAGAS et al., 2010).

Na análise citoquímica o corante lugol corou 92% dos grãos de pólen, indicando a presença de amido em sua constituição. Já o sudan IV evidenciou que 98,53% dos pólenes apresentou o lipídio como substância de reserva (Figura 3C e D). Apesar do percentual médio de pólenes de ambos os corantes não apresentar diferença estatística significativa, observa-se uma maior porcentagem de lipídios na composição celular dos pólenes de castanheira-do-brasil.

Com esses dados, constatou-se que a castanheira-do-brasil possui amido e lipídio como substâncias de reserva. Grãos de pólen com presença de amido fazem parte do processo evolutivo das plantas para evitar que insetos não polinizadores se alimentem dos grãos de pólen. Já a presença de lipídios auxilia numa melhor aderência dos grãos no estigma e nas anteras, além de proteger da desidratação e radiação solar (BAKER; BAKER, 1979; PACINI; HESSE, 2005). Constata-se assim que a flor de castanha-do-brasil é bem adaptada para evitar insetos que não sejam polinizadores e seus grãos de pólen têm maior resistência à desidratação, fator este muito importante para uma espécie típica de clima tropical.

Conclusões

A meiose da espécie apresentou comportamento normal com IM de 92,4%. Os corantes, carmim acético e reativo de Alexander, independente da fase de desenvolvimento floral (antese ou pré-antese) demonstraram alta viabilidade polínica para a castanheira-do-brasil, sendo corroborados pela alta viabilidade no crescimento do tubo polínico *in vitro*. Na análise citoquímica, os pólenes apresentaram reação positiva para amido e lipídio, porém a porcentagem de grãos lipídio positivos foi maior.

Os dados referentes a caracterização meiótica revelam indivíduos férteis, tornando possível a sua utilização na obtenção de novos materiais para programas de melhoramento.

Referências Bibliográficas

ACAR, I.; AK, B. E.; SARP KAYA, K. Effects of boron and gibberellic acid on in vitro pollen germination of pistachio (*Pistacia vera* L.). **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 32, p. 5126-5130, 2010.

ANTONIO, I. C. Germinação in vitro do pólen de *Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann. **Científica**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2008.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. D. A. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **BioEstat** Versão 5.3. Instituto Mamirauá, Belém, p. 364, 2007.

BAKER, H. G.; BAKER, I. Starch in angiosperm pollen grains and its evolutionary significance. **American Journal of Botany**, v.66, p.591-600, 1979.

BARBOSA, R. M. Avaliação citológica de acessos de *Psidium*. Rio de Janeiro-RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. **Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)**, Rio de Janeiro, p.44, 2016.

BIONDO, E.; BATTISTIN, A. Comparação da eficiência de diferentes corantes na estimativa de viabilidade de grãos de pólen em espécies do gênero *Eriosema* (DC.) G. Don e *Rhynchosia Lour* (Leguminosae – Faboideae), nativas da região sul do Brasil. **Bioikos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 39-44, 2012.

CHAGAS, E. A.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; PASQUAL, M.; NETO, J. E. B. Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 261-266, 2010.

COSTA, R. S; MÔRO, F. V.; OLIVEIRA, J.C. de. Influência do momento de coleta sobre a viabilidade de grão de pólen em maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Rev Bras Frutic**, v. 31, p. 956-961, 2009.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**, Editora UFV, Viçosa, 382p. 2006.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. University Press, New York, 1992.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; FREITAS-NETO, M.; PEREIRA, M. G. Meiotic behavior of *Carica papaya* and *Vasconcellea monoica*. **Caryologia**, Firenze, v. 63, n. 1, p. 229-236, 2010.

DE MELLO, V. D. S.; DOS SANTOS, B. N. V.; DAMÁSIO, J. F.; DE ALMEIDA MACEDO, W.; LEITE, D. M.; DOS SANTOS, L. C. B.; KARSBURG, I. V. Viabilidade e germinação polínica em bananeira-do-brejo. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, v. 8, n. esp. 2, 2016.

DE OLIVEIRA, M. S. P.; PADILHA, N. C. C.; FERNANDES, T. S. D. ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Oenocarpus mapora* Karsten.(ARECACEAE) NAS CONDIÇÕES DE BELÉM (PA). **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 38, p. 91-106, 2016.

DOS SANTOS, T. A.; TIAGO, P. V.; MEDEIROS, K. F. Viabilidade pólinica em *Bertholletia excelsa* bonpl.(lecythidaceae) baseada em diferentes testes colorimétricos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11 n.22; p. 3136, 2015.

HORNER, H. T.; PALMER, R. G. Mechanisms of genetic male sterility. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 6, p. 1527-1535, 1995.

LOVE, R.M. Varietal differences in meiotic chromosomes behavior of Brazilian wheats. **Agronomy Journal** v. 43, p. 72-76, 1951.

MULLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MULLER, A. A.; MULLER, N. R. M. **Castanha-do-Brasil**, Resultados de Pesquisa, EMBRAPA-CPATU, Miscelania, Pará, Belém, Brazil, 1980.

NETO, O. D. S.; KARSBURG, I. V.; YOSHITOME, M. Y. Viabilidade e germinabilidade polínica de populações de jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 4, n. 1, p. 67-74, 2006.

NETO, J. E. B.; DEL NERO, M.; KAVATI, R.; PINTO-MAGLIO, C. A. F. Viabilidade e conservação de pólen de três anonas comerciais. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 825-837, 2009.

NETO, S.; DE ASSIS, F.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Viabilidade in vitro de grãos de pólen de bacurizeiro-Clusiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 593-600, 2011.

OLIVEIRA, M.; MAUÉS, M. M.; KALUME, MA de A. Viabilidade de pólen in vivo e in vitro em genótipos de açaizeiro. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

ORWA, C. A. M.; KINDT R.; JAMNADASS, R. S. A. **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0**, p.1, 2009.

PACINI, E.; HESSE, M. Pollenkitt - its composition and functions. **Flora**. Aschaffenburg, v. 200, p. 399-415, 2005.

PAGLIARINI, M. S. Meiotic behavior of economically important plant species: the relationship between fertility and male sterility. **Revista Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 1, p. 91-96, 2000.

PAGLIARINI, M. S.; POZZOBON, M. T. **Meiose vegetal: um enfoque para a caracterização de germoplasma**. In: Curso de citogenética aplicada a recursos genéticos vegetais, 2, 2004, Brasília. Anais. Brasília, p.24 - 41, 2004.

POZZOBON, M. T.; DE BEM BIANCHETTI, L.; DOS SANTOS, S.; DE CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; DA COSTA RIBEIRO, C. S. Comportamento meiótico em acessos de *Capsicum chinense* Jacq. do Banco de Germoplasma da Embrapa, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, 2015.

RISSE-PASCOTTO, C.; PAGLIARINI, M.S., VALLE, C. B. A mutation in the spindle checkpoint arresting meiosis II in *Brachiaria ruziziensis*. **Genome**, v. 46, n. 4, p. 724-728, 2003.

SANTOS, O.V. Estudo das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos. São Paulo-SP: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. **Tese (Doutorado em Farmácia)**, São Paulo, p.214, 2012.

SANTOS, A. C. S.; MAUES, M. M.; CORRÊA, F. DA S. Viabilidade e germinação do pólen de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl. Lecythydaceae) cultivada em Tomé-Açu/PA. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: Congresso nacional de botânica, 64.; encontro regional de botânicos MG, BA e ES, 23., 2013, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBB, 2013.

SANTOS, T. A.; TIAGO, P. V.; SCHMITT, K. F. M; MARTINS, K. C.; ROSSI, A.P.B. Viabilidade polínica em *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythydaceae) baseada em diferentes testes colorimétricos. **Enciclopédia biosfera**, centro científico conhecer, Goiânia, v.11, n.22, p.3137, 2015.

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. P. In: JANIK J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Fruit breeding**. New York: John & Sons, p.325-440, 1995.

SODRÉ, E.; KARSBURG, I.V. **Caracterização morfológica dos cromossomos de *Bertholletia excelsa* H.B.K.** 2º Jornada Científica Unemat, Barra do Bugues-MT 05 e 06 de outubro de 2009.

SOUZA, M.M.; PEREIRA, T.N.S; MARTINS E.R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1209-1217, 2002.

TECHIO, V.H.; DAVIDE, L.C.; NUNES, J.D.; PEREIRA, A.V. Variação cromossômica numérica em *Pennisetum* Chromosome number variation in *Pennisetum*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2007.

TECHIO, V.H.; DAVIDE, L.C.; PEREIRA, A.V. Genomic analysis in *Pennisetum purpureum* x *P. glaucum* hybrids. **Caryologia**, v. 58, n. 1, p. 28-33, 2005.

WEINERT, T. DNA damage checkpoints update: getting molecular. **Current opinion in genetics & development**, v. 8, n. 2, p. 185-193, 1998.

WILMS, H.J, CARMICHAEL, J.W, SCHANK, S.C. Cytological and Morphological Investigations on the Grass *Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et CE Hubb. **Crop science**, v. 10, n. 3, p. 309-312, 1970.

3.4. CONHECIMENTO E USOS DA CASTANHA-DO-BRASIL ENTRE ALUNOS DA ESCOLA ESTADUAL ROSA DOS VENTOS DE EDUCAÇÃO BÁSICA EM SINOP, MATO GROSSO.

Resumo – (Conhecimento e usos da castanha-do-brasil entre alunos da escola estadual rosa dos ventos de educação básica em Sinop, Mato Grosso). As sementes da castanheira-do-brasil são um recurso alimentar muito apreciado e com comércio interior e exterior bem expressivo, contudo não se sabe o quão é conhecido por alunos de comunidades urbanas com pouco contato com matas nativas. Diante do exposto este trabalho teve por objetivo diagnosticar o conhecimento dos alunos da educação básica de uma escola estadual a respeito da castanheira-do-brasil. 204 alunos com idades entre 11 e 15 anos foram entrevistados a partir de um questionário semiestruturado. Com relação aos dados socioeconômicos, 64% é natural de Sinop, 36% dividem a casa com quatro pessoas, a renda média salarial mais citada, 29%, é de dois a três salários mínimos e 54% são do sexo feminino. Com relação ao conhecimento da espécie, 54% declarou conhecer a espécie e 32% teve conhecimento através dos familiares. O consumo *in natura* é o mais utilizado, com poucas citações a outros produtos derivados das amêndoas. 57% não considera a amêndoa um produto caro, sendo que 22% obtém estas amêndoas sem qualquer tipo de custo. É possível concluir que não é muito expressivo o número de alunos que tem conhecimento da espécie em questão ou que consomem.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, Recurso Vegetal, Etnoconhecimento.

Abstract - (Knowledge and uses of Brazil nuts among students of the Rosa dos Ventos state school of elementary education winds in Sinop, Mato Grosso). Brazil nut seeds are a very appreciated food resource with very expressive domestic and foreign trade, but it is not known what is known by students of urban communities with little contact with native forests. In view of the above, this study aimed to diagnose the knowledge of the elementary education students of a state school regarding Brazil nut. 204 students aged 11 to 15 years were interviewed from a semi-structured questionnaire. According to socioeconomic data, 64% are from Sinop, 36% share the household with four people, the most cited average wage income, 29%, two to three minimum wages and 54% are female. According to the knowledge of the species, 54% reported knowing about the species and 32% knew about the species from Family members. *In natura* consumption is the most used, with few quotations to other products derived from almonds. 57% do not consider the almond an expensive product, 22% get these almonds without any kind of cost. It is possible to conclude that it is not very expressive the number of students who have knowledge of the species in question or that consume.

Key words: *Bertholletia excelsa*, Plant Resource, Ethnoknowledge.

Introdução

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl. / Lecythidaceae) é a única espécie do gênero *Bertholletia*. As sementes da castanha são um recurso alimentar muito apreciado pelas populações amazônicas, e o comércio das sementes a nível internacional também já é bastante expressivo. Não é endêmica do Brasil e fora da região norte é encontrada apenas no estado de Mato Grosso (SMITH et al., 2018).

A castanha-do-brasil, além do valor econômico dos seus frutos, é uma árvore muito procurada pelas suas variadas aplicações, possuindo diversos usos na medicina popular. O ouriço pode ser utilizado no preparo de chá, como remédio natural, especialmente para anemia, problemas intestinais e hepatite (CYMERYS et al., 2005). A amêndoa da castanha-do-brasil possui propriedades nutricionais significantes que podem auxiliar na prevenção de determinadas doenças crônicas como doenças cardíacas e câncer. É uma fonte reconhecida de selênio, e é rica em ácidos graxos insaturados e aminoácidos essenciais (KLUCZKOVSKI et al., 2015).

A espécie é rica em proteínas e calorias, e o leite obtido das amêndoas é similar em valor nutricional ao leite de vaca, pois contém minerais e aminoácidos completos (SOUZA, 1963; SHANLEY et al., 1998). O leite da castanha é tido como iguaria, mas pode ser usado para fazer sabão, usado no lugar de outros óleos pelos seringueiros e para o tratamento de manchas na pele, e as suas amêndoas quando verdes podem ser preparadas raladas com arroz doce, possuindo forte ação laxativa, muito usada para prisão de ventre. O óleo da castanha é considerado emoliente e alguns povos usavam para lavagem gástrica (SOUZA, 1963).

Depois de aberto e retiradas as sementes, o ouriço pode ser usado na produção de diversos objetos úteis como farinheira, porta-jóias e potes (SHANLEY, 1998). Segundo Souza (2006), a espécie também é fonte de matéria-prima na produção de artesanatos (luminárias, cinzeiros, colares, chocalhos, etc.), cosméticos (sabonetes, xampus, creme hidratantes, óleo e batom) e fármacos (repelente, cicatrizantes, etc.).

Por ser lenhoso, o endocarpo do fruto produz um excelente carvão que pode ser utilizado na defumação de borracha (CORRÊA, 1931). Shanley

(1998) comenta que trabalhos realizados na Universidade Federal do Pará (UFPA) indicam que o ouriço queimado transforma-se em carvão ativo, que pode ser utilizado na purificação da água.

A utilização das plantas se dá das mais variadas maneiras, tais como: alimentação, vestimenta e abrigo. Estas, por sua vez, representam uma das bases da cultura material da humanidade (BALICK; COX, 1997). A relação homem-natureza é muito complexa e ao longo dos tempos foi se alternando entre dominar e proteger a natureza. Além disso, há visões diferenciadas sobre tal relação, de acordo com as diferentes culturas (AMOROZO, 2018).

Albuquerque e Andrade (2002) comentam que uma vez perdido, o conhecimento advindo da cultura popular se torna irrecuperável. Do mesmo modo Guarim Neto e Moraes (2003) adverte que os recursos naturais, se extintos, não mais se encontrarão disponíveis às futuras gerações. Assim, o “Saber Local”, contextualizado cultural e ambientalmente, está cada vez mais chamando a atenção de pesquisadores de distintas áreas (AMOROZO, 2002).

Nesse raciocínio, torna-se importante verificar o conhecimento e os usos dos recursos vegetais, tais como da castanha-do-brasil em diferentes esferas da sociedade, inclusive nas unidades escolares. A escola de Ensino Fundamental representa um importante papel na formação do indivíduo, além de possuir potencialidade na criação de conceitos e na conscientização do uso sustentável dos recursos naturais.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento sobre o conhecimento e usos da castanha-do-brasil pelos alunos da escola Estadual Rosa dos Ventos, Sinop, Mato Grosso.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Rosa dos Ventos, localizada no Jardim Imperial, Sinop, norte de Mato Grosso (Figura 1). O município está localizado a aproximadamente 500 km da capital do Cuiabá, e possui, aproximadamente, 135.874 habitantes (IBGE, 2017). O clima do município é do tipo Aw (tropical com estação seca de inverno), precipitação pluviométrica de 1818 mm e temperaturas médias superiores a 25° C (ALVARES et al., 2013).

A

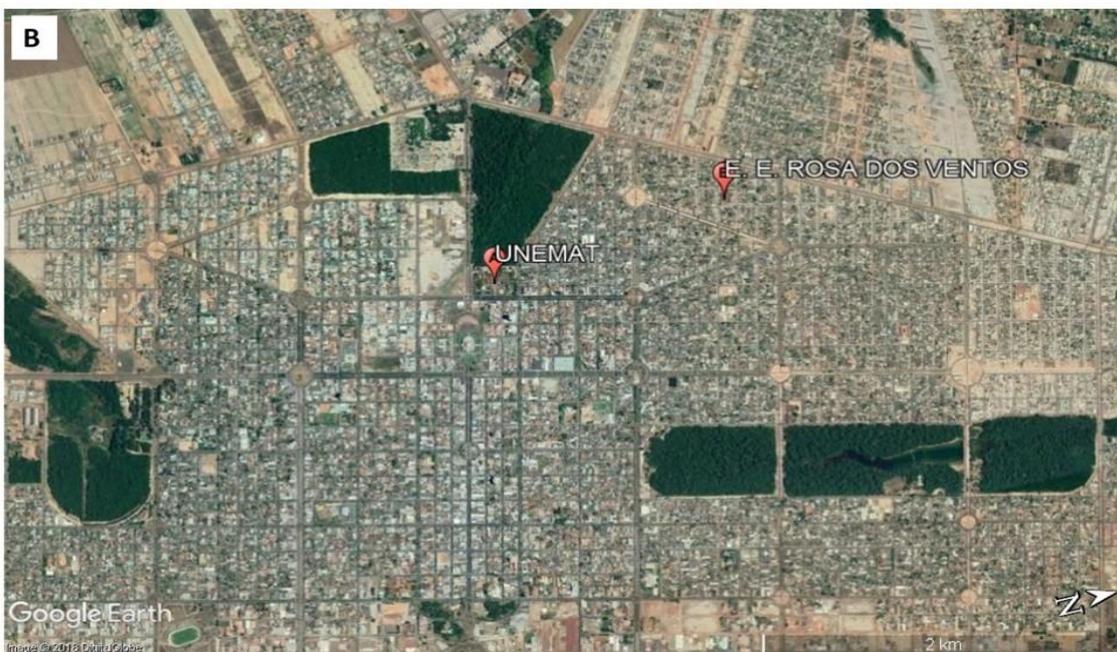
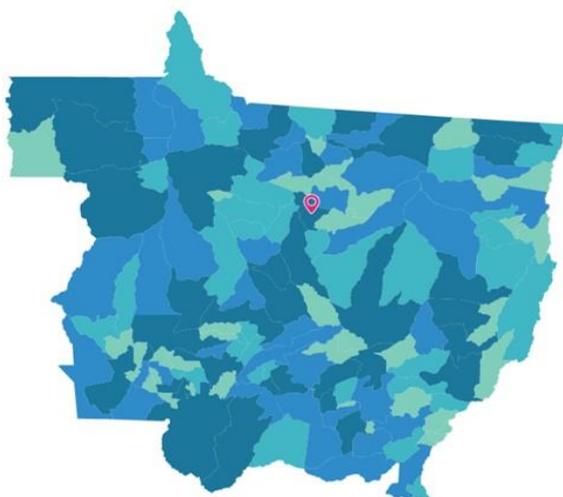


Figura 1. Localização geográfica do município de Sinop (A) e da unidade escolar participante da pesquisa (B). Fontes: IBGE, Google Earth.

A Escola Estadual Rosa dos Ventos localizada à Rua das Paineiras, nº 1400, no Bairro Jardim Imperial, Sinop/MT, CEP 78555-058, caracterizada por alunos da 3ª fase do 2º ciclo e 3º ciclo. Os bairros onde os alunos residem são: Jardim Violetas, Jardim Boa Esperança, Residencial Daury Riva, Jardim Novo Estado, Jardim Imperial, Jardim Conquista, Jardim Vitória Régia, Maria Vindilina, Maria Carolina, Jardim São Paulo, Jardim Europa, Jardim das Palmeiras e outros.

Dentre os entrevistados 50% moram há 3 anos ou mais na cidade, 73% deles possuem casa própria e a maior parte das famílias têm como responsável uma mulher. No que tange à saúde, os alunos procuram atendimento médico somente quando estão doentes e em sua grande maioria o fazem por meio do Serviço Público de Saúde. Conforme a pesquisa, 78% dos alunos praticam atividade física e 46% o fazem com frequência de pelo menos três vezes por semana. Com relação à alimentação 75% alimentam-se pelo menos três vezes ao dia, já 19% fazem duas refeições e 3% apenas uma vez ao dia. O meio de comunicação mais utilizado é o celular com 52%, em seguida Internet com 25% e a televisão com 21%. Entre as principais formas de lazer estão as festas em família ou em comunidade, assistir televisão e frequentar praças, cinema entre outros.

O período de execução do estudo ocorreu entre março e agosto de 2017. Aplicou-se um questionário semiestruturado aos alunos da escola, abordando questões sobre dados socioeconômicos, conhecimento e uso da castanheira-do-brasil. No total foram entrevistados 204 alunos, com idades entre 11 e 15 anos das quatro fases do ensino básico (6º, 7º, 8º e 9º anos). Aos alunos, foi solicitado que mantivessem o anonimato durante o preenchimento dos questionários, procedimento também adotado por Silva e Marisco (2013).

A escolha da utilização do questionário para se obter dados representa um meio de coleta de dados que permite que o entrevistado responda perguntas previamente estabelecidas, exigindo do pesquisador domínio das questões mais relevantes a serem avaliadas (ALBUQUERQUE, 2005).

A abordagem empregada foi qualitativa e quantitativa, e as questões foram analisadas pelo método descritivo, com auxílio do programa software Microsoft EXCEL.

Resultados e Discussão

A maioria dos alunos é natural de Sinop, 62%, já os demais citaram ser de naturalidade de outras regiões do estado do Mato Grosso e do Brasil, principalmente Paraná na região sul, sendo possível concordar com Da Cunha (2006), que relata que no auge da ocupação do estado de Mato Grosso, 35% dos representantes eram oriundos do Paraná.

Quando questionado o número de pessoas que dividem moradia com este aluno, 36% citou que moram quatro pessoas na residência, 21% citou três e 18% citou cinco moradores na mesma residência. Com relação à renda salarial mensal 29% citou de três a quatro salários mínimos, 23% citou de um a dois salários mínimos e 21% citou acima de quatro salários mínimos. Os dados do IBGE (2017) informam que a renda mensal do sinopense em trabalho formal é de 2,4 salários mínimos, portanto a renda mensal citada pelos alunos é baixa, levando em conta que refletem a renda familiar e não de cada morador.

E ao serem questionados se recebem algum benefício de programa social, apenas 23% citou que recebe, e o programa social citado é o bolsa família. Nenhum dos entrevistados mora na zona rural. Dos alunos entrevistados, 54% são do sexo feminino. A distribuição de alunos por turma mostrou-se homogênea (Figura 2).

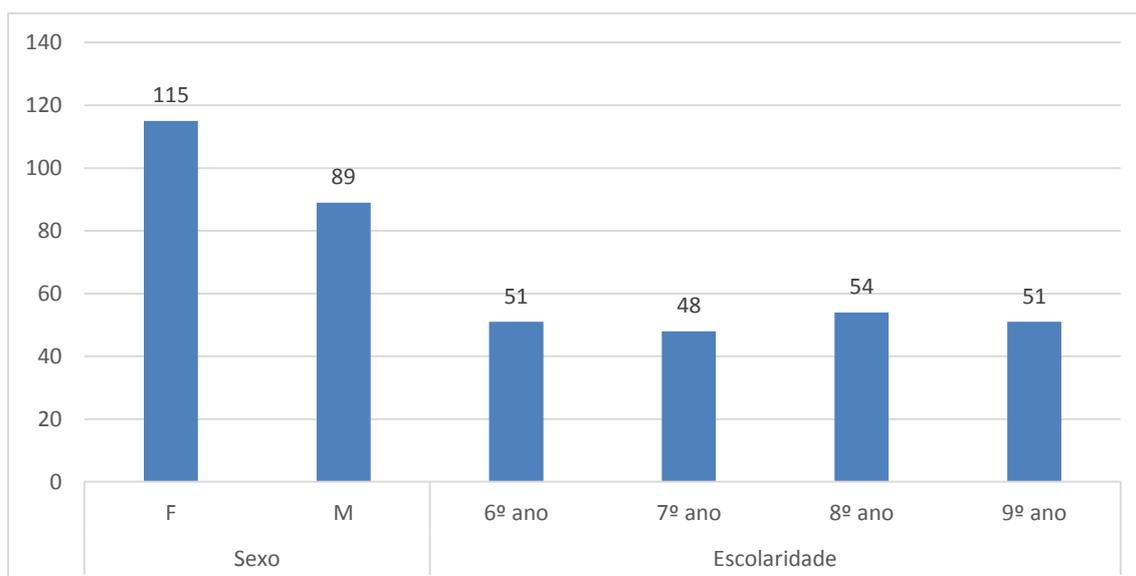


Figura 2. Distribuição dos alunos entrevistados, segundo o sexo e a escolaridade.

Com relação ao conhecimento sobre a castanheira-do-brasil, 54% declaram conhecê-la e 74% disseram já ter ouvido falar. E 32% informou que foi por meio dos familiares que conheceram a espécie (Figura 3).

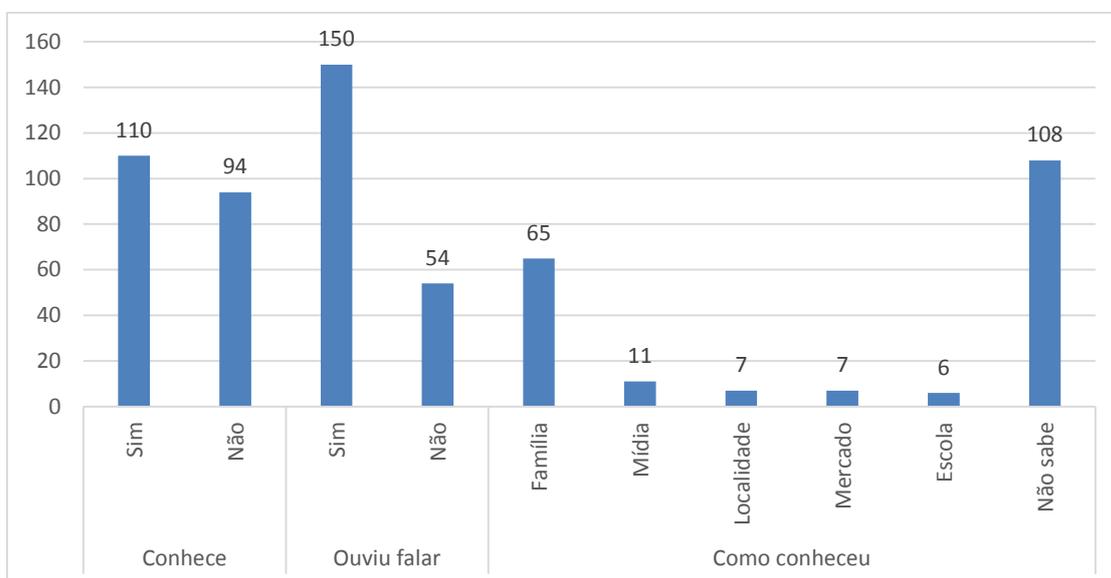


Figura 3. Classificação das respostas quanto ao conhecimento sobre a castanheira-do-brasil.

A pouca familiaridade com a espécie pode ser explicada pelo fato dos alunos serem de ambiente urbano e muitos não terem contato direto com áreas de vegetação onde ocorrem as castanheiras. Bitencourt et al., (2011) relata que o etnoconhecimento é um conhecimento transmitido através das gerações, fato este corroborado pela maioria dos alunos ao citar que conheceram a espécie por meio dos familiares.

De acordo com Hoeffel et al., (2011), o processo de urbanização e globalização acarretam várias transformações e mudanças de valores, ocasionando muitas vezes a perda de elementos e conhecimentos tradicionais importantes. O grupo de alunos que respondeu ao questionário encaixa-se parcialmente nessa descrição, pois por mais que sejam de ambiente urbano, alguns citaram algum conhecimento tradicional oriundo de familiares. Apenas 3% soube falar com certa propriedade sobre a castanheira devido sua origem, que eram estados da região norte do Brasil, principalmente o Pará.

Sabe-se que a castanheira-do-brasil é uma espécie ameaçada de extinção, considerada em situação vulnerável de acordo com a lista vermelha da

IUCN (AMERICAS REGIONAL WORKSHOP, 2018). Contudo, ao serem questionados sobre a atual situação da espécie, 68% dos alunos não consideram que a espécie está ameaçada de extinção ou não sabem. Em todos os biomas brasileiros ocorre uma acelerada degradação ambiental com impactos de diferentes escalas espaciais e a maioria da população sente-se à parte das responsabilidades de conservação da biodiversidade ou questões ambientais (DE SOUZA; DE BRITO, 2013). Em meio a esse “desconhecimento” muitos alunos sequer sabem da existência de espécies ameaçadas de extinção, fato este comprovado pela afirmação dos alunos de que a castanheira não é uma espécie vulnerável.

Os alunos também foram questionados se a castanheira-do-brasil era encontrada em todo o território brasileiro, e 71% citou que não (Figura 4), fato este confirmado pela literatura, que afirma que a castanheira-do-brasil, mesmo não sendo endêmica de nosso país é encontrada nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima na região Norte e no estado Mato Grosso na região Centro-Oeste (SMITH et al., 2018).

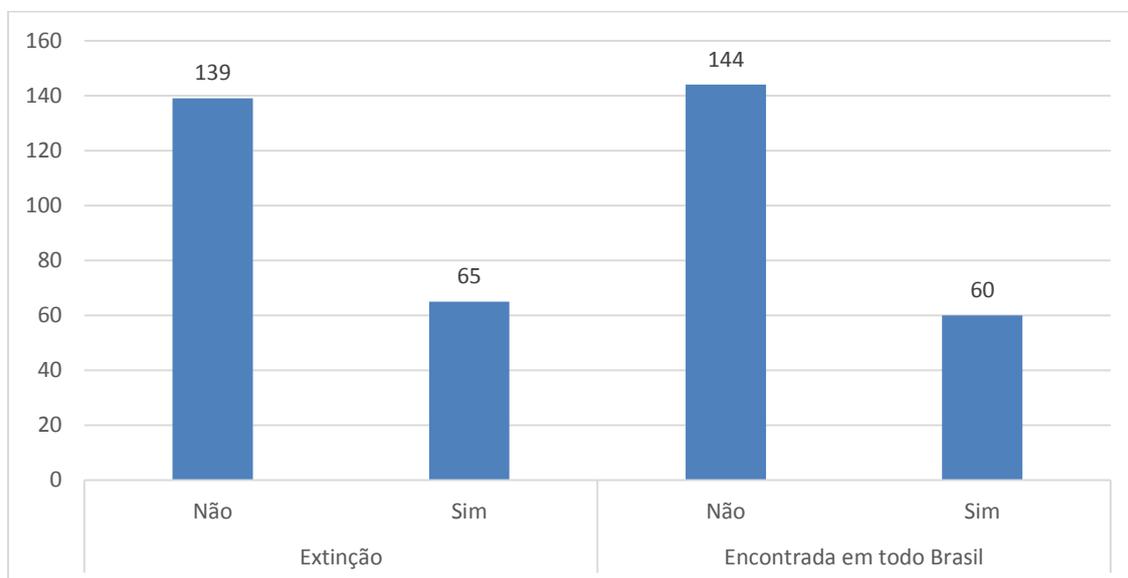


Figura 4. Nível de conhecimento dos alunos acerca de ameaça de extinção e onde é encontrada a castanheira-do-brasil no Brasil.

Os alunos também informaram se consomem ou não as amêndoas da castanheira-do-brasil, sendo que 61% disseram consumir *in natura* ou por meio de outros produtos derivados, como doces, óleos e cosméticos (Figura 5).

De Souza et al., (2009) comenta que o óleo de castanha possui alto valor biológico que são matéria-prima para produzir produtos farmacêuticos, sabonetes finos e cosméticos, e o resíduo da extração deste óleo conhecido como torta desengordurada, usa-se no processo de produção de pães, biscoitos, bolos, entre outros, como citado pelos alunos.

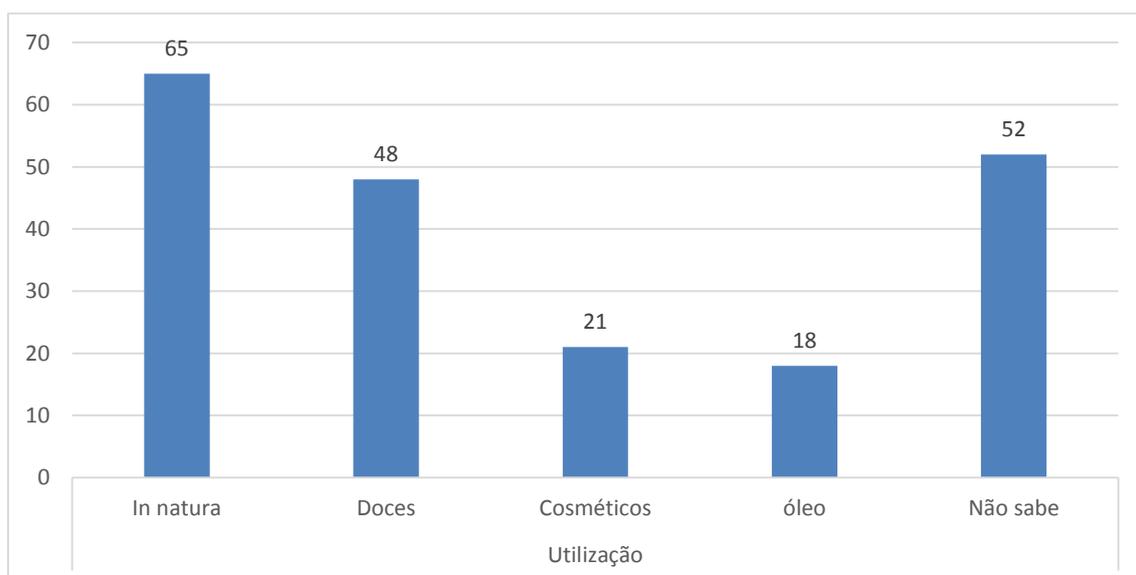


Figura 5. Formas de consumo conhecidas pelos alunos da escola.

Dentre os entrevistados, 57% consideram que a amêndoa não é um produto caro. Isso se deve ao fato de muitos não terem conhecimento da compra, que deve ser efetuada pelos pais ou o fato de muitos adquirirem de forma gratuita direto da árvore ou de pessoas que tem acesso a árvores nativas, visto que 22% citou estas fontes de obtenção da amêndoa (Figura 6).

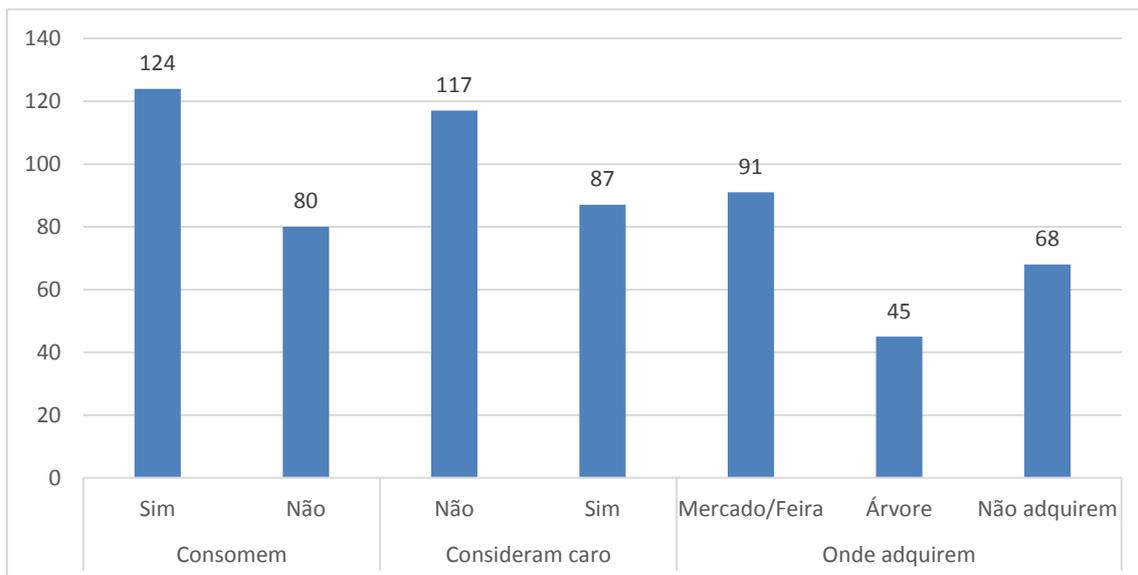


Figura 6. Consumo e obtenção da castanha-do-brasil por alunos da escola.

Nota-se que os alunos têm conhecimentos dos produtos derivados da castanha-do-brasil, por mais que nem sempre tenham acesso a estes produtos, tanto pelo fato de não haver distribuição local de outros produtos além das amêndoas, seja porque os produtos podem ser considerados relativamente caros, como é o caso dos cosméticos.

Conclusão

Os alunos da educação básica avaliados conhecem pouco da castanheira-do-brasil, adquirindo este conhecimento por meio dos familiares. Não têm muito conhecimento a respeito da vulnerabilidade da espécie, mas sabem que ela não ocorre em todo território nacional. Muitos consomem as amêndoas, geralmente oriundas de mercados e feiras locais.

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, U. P. **Introdução a etnobotânica**, Interciência, 2005.
- ALBUQUERQUE, U. P. DE; ANDRADE, L. DE H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Bot. Bras.**, vol.16, no.3, p.273-285, 2002.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711–728, 2013.
- AMERICAS REGIONAL WORKSHOP (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996). 1998. *Bertholletia excelsa*. **The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T32986A9741363**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/32986/0>> . Acesso em: 30 jan. 2018.
- AMOROZO, M. C. M. **Sistemas agrícolas tradicionais e a conservação da agrobiodiversidade**. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/2011/12/MariaA.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2018.
- AMOROZO, M. C. M. A perspectiva etnobotânica e a conservação de biodiversidade. In: **Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**, XIV, UNESP, Rio Claro, p. 2, 2002
- BALICK, M. J.; COX, P. A. **Plants, people, and culture: the Science of Ethnobotany**. Scientific American Library, New York, p. 228, 1997.
- BITENCOURT, I. M., AFONSO, M. O., SOUSA, G. P. **Multiculturalismo no Ensino de Ciências: Conhecimentos Tradicionais Acerca da Agricultura e Suas Contribuições Para o Ensino - Aprendizagem de Ciências**. 2011.
- CORREA, M. PIO. **Dicionário das plantas uteis do Brasil e da exótica cultivada**. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, v. 2, p. 129 – 131, 1931.
- CYMERYS, M.; WADT, L.H.O.; KAINER, K.; ARGOLO, V. Castanheira. In: Shanley,P.; Medina, G. (Eds.) **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR & Imazon, p. 61-73p, 2005
- DA CUNHA, José Marcos Pinto. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 87-107, 2013.
- DE SOUZA, M. F., DE BRITO, M. D. Identificando a biodiversidade local: uma proposta de ensino interligando estudantes, tecnologia e meio ambiente. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (REVBEA)**, v. 7, n. 2, p. 62-66, 2013.

DE SOUZA, J. M. L.; DA SILVA, R. F.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S. Castanha-do-brasil despeliculada e salgada. **Área de Informação da Sede-Coleções Criar, Plantar, ABC (INFOTECA-E)**, 2009.

HOEFFEL, J. L. M. GONÇALVES, N. M. SEIXAS, S. R. C. Conhecimento tradicional e uso de plantas medicinais nas APAs Cantareira/SP e Fernão Dias/MG. **Revista VITAS–Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade**, n. 1, 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Panorama - Sinop, IBGE 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/sinop/panorama>>. Acesso em 5 fev 2018.

KLUCZKOVSKI, A. M., MARTINS, M., MUNDIM, S. M., SIMÕES, R. H., NASCIMENTO, K. S., MARINHO, H. A., KLUCZKOVSKI-JUNIOR, A. Properties of Brazil nuts: A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 8, p. 642-648, 2015.

SHANLEY, P.; CYMERYS, M. e GALVÃO, J. **Frutíferas da mata na vida amazônica**. Imazon, Belém, p. 21-27, 1998.

SOUZA, A. H. de. **Castanha do Pará: Estudo botânico, químico e tecnológico**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura-Serviço de Informação Agrícola, (Estudos Técnicos, 23), p. 69,1963.

SMITH, N. P.; MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Lecythidaceae In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Disponível em** <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>>. Acesso em 16 Jan. 2018

CONCLUSÕES GERAIS

Os plantios comerciais de castanheira-do-brasil no norte do Estado de Mato Grosso são jovens, pouco produtivos e com perspectivas incertas quanto a futuros investimentos.

Os caracteres morfométricos das sementes de castanheira-do-brasil são os que mais influenciam na diversidade da espécie quando comparadas aos caracteres de frutos e, portanto, são os que mais devem ser consideradas na escolha de material para seleção de matrizes, visando a variabilidade genética.

A espécie possui viabilidade polínica e índices meióticos favoráveis a polinizações, o que torna possível grande sucesso na reprodução.

Alunos de educação básica têm pouco contato com a castanheira-do-brasil e o consumo maior é através da amêndoa in natura de localidades próximas.

ANEXO

Anexo A

DIAGNÓSTICO DE PLANTIOS COMERCIAIS

1) Nome do proprietário:

2) Idade: 3) Sexo: ()Feminino ()Masculino

Escolaridade: Ensino Médio

4) Reside na propriedade rural? () sim () não

5) Município onde reside:

6) Nome da propriedade rural:

7) Endereço:

8) Georreferenciamento (pegar pontos GPS, se possível, e depois anotar aqui as coordenadas): _____

9) Tamanho da propriedade rural:

10) Tamanho área de plantio de castanheira:

11) O plantio de castanheira-do-brasil é a atividade principal? () sim () não

12) Se não, qual atividade principal da propriedade?

13) O que levou a plantar castanheira? (paixão pela planta, interesse comercializar sementes, etc.)

Informações sobre plantio:

14) Qual o espaçamento entre plantas castanheira? (se mais de um, especificar):

15) As castanheiras foram: () Enxertadas () ou pé franco (natural, sem ser enxertada).

15.1) Em caso de enxertia, de onde veio (local) o material para o enxerto?:

15.2) A enxertia foi realizada no campo? () sim () não.

15.3) Quem realizou a enxertia?

15.4) Qual a idade das plantas quando foram enxertadas?

16) Quais as principais dificuldades **no início** da implantação do plantio de castanheira? (morte plantas por seca, formigas, etc.)

17). O plantio já produz castanhas? () sim () não

17.1) Quantos anos levaram para a primeira produção de castanha?

17.2) Anualmente, em qual mês **começa** a queda dos frutos?

17.3). Anualmente, em que mês **termina** a queda dos frutos?

18). Com relação ao estado fitossanitário, teve ou tem algum problema com pragas e doenças? (Formigas, fungos, bactérias, etc.)

19). Tem o histórico da produção ao longo dos anos? (se tiver, pode disponibilizar?)

20). Sabe qual a média de produção de frutos? (latas, Kg sementes, etc.)

21). Produção da castanha em: () plantio solteiro (apenas castanheiras) ()

SAF(sistemas agroflorestais) () ILPF (sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta)

() outros: _____

22). Fez uso de tratos culturais antes do plantio e após o plantio (adubação, preparo do solo, calagem, gradagem, desbaste, coroamento, aplicação herbicida, fungicida, inseticida, formicida, etc...)?

23). COMERCIALIZAÇÃO: Comercializa os produtos: ()sim () não

23.1) Quais produtos comercializa: ()castanhas para alimentação
() castanhas para sementes/mudas () madeira () ouriço ()
) outros:_____

23.2) Para quem vende? (comercio interno, regional, nacional, exportação)?

23.3) Há dificuldades no escoamento da produção (transporte/frete, atravessador)?_____

23.4) Qual o preço médio alcançado na última safra (2016/2017)?

23.5) Faz algum beneficiamento nas castanhas colhidas?

24). Perspectivas (vale a pena, abandonar, investir, expandir área de plantio):

25). Entraves na cultura em geral (dificuldades no manejo, comercialização):

Custo de produção

26). Qual o custo aproximado de instalação do plantio?

27). Qual custo de produção anual (manutenção)?

28). Utilizou assistência técnica para instalação e condução do plantio? Quem?

29). Fez algum curso, capacitação para a produção de castanheira?

Anexo B

Pesquisa: Conhecimento sobre a Castanha-do-Brasil e seu consumo

Identificação – Dados Pessoais

1) Nome:

2) Idade: _____ Sexo: () masculino () Feminino

3) Naturalidade:

4) Mora na: () Zona Urbana () Zona Rural

5) Comunidade e/ou bairro em que reside:

6) Tempo de moradia na comunidade e/ou bairro no município?

7) Número de pessoas que residem na moradia:

a) () duas

b) () três

c) () quarto

d) () cinco

e) () 6 pessoas

f) () outro. Número:

8) Renda aproximada da família:

a) () Até 1 salário mínimo

b) () De 1 a 2 salários mínimos

c) () de 2 a 3 salários mínimos

d) () de 3 a 4 salários mínimos

e) () mais de 4 salários mínimos

9) Qual a cidade e estado de residência da família anterior a Mato Grosso?

10) Sua família é beneficiária de algum programa social? () sim () não

Se sim, Qual? _____

Dados da Planta – Castanheira-do-Brasil

1) Você conhece a Castanheira-do-brasil, também conhecida como Castanheira-do-Pará? () SIM () NÃO

2) Você já ouviu falar sobre a castanheira-do-brasil () SIM () NÃO

Se já ouviu falar, diga como descobriu e o que sabe sobre a planta:

3) Considerando os seus conhecimentos sobre a Castanheira-da-brasil, esta é uma espécie ameaçada de extinção? () SIM () NÃO

4) Você consome a Castanha-do-brasil? () SIM () NÃO

5) Por que?

6) Considera a castanha-do-Brasil um produto caro? () SIM () NÃO

7) Quais as formas de utilização da Castanha-do-Brasil que você conhece?

8) Onde adquire a Castanha-do-Brasil?

9) A Castanha-do-brasil pode ser encontrada no Brasil todo? () SIM () NÃO
