



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E IFRR**

DISSERTAÇÃO

**USO DE ÓLEOS DE *TRATTINNICKIA RHOIFOLIA* E *MANSOA ALLIACEA* NO
TRATAMENTO SANITÁRIO DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL,
VISANDO ACELERAÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO**

LUANA CARVALHO DE OLIVEIRA

Boa Vista - RR

2022

LUANA CARVALHO DE OLIVEIRA

**USO DE ÓLEOS DE *TRATTINNICKIA RHOIFOLIA* E *MANSOA ALLIACEA* NO
TRATAMENTO SANITÁRIO DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL,
VISANDO ACELERAÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**, no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia.

Orientadora: Dr^a. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo

Coorientadora: Dr^a. Cássia Ângela Pedrozo

Coorientador: Dr. Francisco das Chagas do Nascimento

Boa Vista – RR

2022

Copyright © 2022 by Luana Carvalho de Oliveira

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0946
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48u Oliveira, Luana Carvalho de.
Uso de óleos de *trattinnickia rhoifolia* e *mansoa alliacea* no tratamento sanitário de sementes de castanha-do-brasil, visando aceleração e uniformização da germinação. / Luana Carvalho de Oliveira. – Boa Vista (RR) : UERR, 2022.
61 f. : il. Color 30 cm.

Orientador: Profa. Dra. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo.
Coorientadora: Profa. Dra. Cássia Ângela Pedrozo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Roraima (UERR), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR), Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGA).

1. Castanha-do-Brasil – cultivo 2. Germinação 3. Óleo essencial 4. Estratificação I. Lima Primo, Hyanameyka Evangelista de (orient.) II. Pedrozo, Cássia Ângela (co-orient.) III. Universidade Estadual de Roraima – UERR IV. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – IFRR V. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA VI. Título

UERR. Dis.Mes.Agr.2022 CDD – 634.575

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Letícia Pacheco Silva – CRB 11/1135 – RR

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUANA CARVALHO DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em: 31/01/2022

Banca Examinadora



Prof.^a Dr.^a Hyanameyka Evangelista de Lima Primo
Orientadora



Prof.^a Dr.^a Cássia Ângela Pedroso
Coorientadora



Pesq. Dr. Francisco das Chagas do Nascimento
Coorientador



Prof.^a Dr.^a Elaine Cristina Morari
Membro Titular



Pesq. Dr.^a Maria da Conceição da Rocha Araújo
Membro Titular



Prof.^a Dr.^a Gilcianny Pignata Cavalcante
Membro Titular

Pesq. Dr. Oscar José Smiderle
Membro Suplente

Boa Vista – RR
2022

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por me abençoar ao longo da minha caminhada.

À CAPES, por conceder a bolsa auxílio durante o mestrado.

À Embrapa Roraima por conceder toda a estrutura e apoio para realização desta dissertação.

À Universidade Federal de Roraima por permitir o uso da a estrutura do laboratório de produtos naturais em nome do Dr. Francisco das Chagas Nascimento.

À Universidade Estadual por proporcionar o meu conhecimento e conclusão do curso.

Ao professor e coordenador do Programa de Mestrado em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, Dr. Plínio Henrique Oliveira Gomide, pela preocupação, pelo ensinamento.

À orientadora, Dr^a. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo, por ser fundamental na conclusão deste trabalho, pela orientação, atenção, preocupação, compreensão, ensinamento, dedicação, conselhos e pela paciência. Minha gratidão.
À coorientadora, Dr^a. Cássia Ângela Pedrozo, pelas considerações que permitiram melhorias na pesquisa. Minha gratidão.

Ao Senhor Adebaldo Sampaio Teles, pela amizade, conselhos e ajuda nas atividades de campo. Minha gratidão.

Ao meu querido esposo Nicholas Carlos de Mattos pelas palavras de amor e encorajamento durante a jornada dos estudos. Minha gratidão.

À minha família e amigos que dividiram comigo as conquistas, alegrias, dificuldades e todos os momentos vividos durante o tempo que me dediquei aos estudos. Minha gratidão.

RESUMO

As sementes de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) apresentam uma germinação bastante lenta e desuniforme, sua emergência ocorre normalmente a partir de seis meses podendo chegar 18 meses após a sementeira, comprometendo de forma substancial a formação de mudas para a cultivos racionais. Sementes intactas armazenadas por seis meses, foram submetidas a oito tratamentos com óleo essencial de *Trattinnickia Rhoifolia* e *Mansoa Alliacea*, com 3 concentrações diferentes, um controle e um como testemunha, esses tratamentos tiveram como objetivos determinar o potencial do uso dos óleos essenciais no tratamento sanitário de sementes visando acelerar e uniformizar a germinação para obtenção de mudas precoces e de qualidade. Essas sementes foram tratadas antes da estratificação e sementeiras após o período de estratificação para avaliação da aceleração e uniformização da germinação. Os resultados obtidos mostraram que os diversos tratamentos usados mostraram resultados significativos em comparação com o controle e testemunha, embora os mesmos não tenham apresentado resultados significativos no que diz respeito a uniformização. Sugerimos que os tratamentos T1, T2 e T5 sejam utilizados como tratamento alternativo ao fungicida Derosal.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*; Óleo essencial; Estratificação, Germinação.

ABSTRACT

Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) seeds present a very slow and uneven germination, their emergence normally occurs after six months and can reach 18 months after sowing, substantially compromising the formation of seedlings for rational cultivation. . Intact seeds stored for six months were subjected to eight treatments with essential oil of *Trattinnickia Rhoifolia* and *Mansoa Alliacea*, with 3 different concentrations, a control and a control, these treatments aimed to determine the potential of the use of essential oils in the sanitary treatment of seeds aiming to accelerate and standardize the germination to obtain early and quality seedlings. These seeds were treated before stratification and sown after the stratification period to evaluate the acceleration and uniformity of germination. The results obtained showed that the different treatments used showed significant results in comparison with the control and control, although they did not present significant results with regard to uniformity. Treatments T1, T2 and T5 can be suggested as an alternative treatment to Derosal fungicide.

Keywords: *Bertholletia excelsa*; Essential oil; Stratification, Germination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Regiões brasileiras produtoras de castanha do brasil	19
Figura 2	Trattinnickia rhoifolia Willd (Breu-Branco)	39
Figura 3	Mansoa alliacea (cipó-alho)	40
Figura 4A	Recebimento das Sementes	42
Figura 4B	lavagem das sementes	42
Figura 5	Extração do óleo essencial	43
Figura 6	Imersão das sementes ao óleo essencial	44
Figura 7	Secagem das sementes	45
Figura 8	Processo de estratificação	46
Figura 9	Preparo do substrato para semeadura	47
Figura 10A	Retirada do tegumento com a prensa	48
Figura 10B	Retirada do tegumento com a faca	49
Figura 11A	Figura 11A – Imersão e Derosal	49
Figura 11B	Secagem das Sementes	49
Figura 12	Sementeiras	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.2 RECURSOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS	13
2.3 CASTANHEIRA-DO-BRASIL	15
2.3.1 Características biológicas da espécie	18
2.3.2 Características edafoclimáticas dos locais de ocorrência natural da castanheira	22
2.3.3 Importância ecológica, social e econômica	23
2.3.4 Cultivo da espécie	27
2.3.5 Propagação vegetativa da castanheira-do-brasil	29
2.3.6 Extrativismo da castanha-do-brasil na Amazônia	29
2.4 DORMÊNCIA	31
2.4.1 Tipos de Dormência	31
2.4.2 Causas de dormência	32
2.4.3.1 Dormência tegumentar ou exógena	32
2.4.3.2 Dormência embrionária ou endógena	33
3. EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DAS SEMENTES ANTES DA ESTRATIFICAÇÃO COM ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A ACELERAÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL	34
3.1 TRATAMENTO ALTERNATIVO COM USO DE ÓLEO ESSENCIAL	34
3.1.1 A espécie <i>Trattinnickia rhoifolia</i>	37
4. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS, MÉTODOS	39
4.1 LOCALIZAÇÃO DO CAMPO EXPERIMENTAL	39
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	39
4.3 PREPARO DAS CASTANHAS	39
4.4 COLETA DE PLANTAS MEDICINAIS E PREPARAÇÃO DO MATERIAL VEGETAL PARA ANÁLISE	40
4.5 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	41
4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	42
4.6.1 Estratificação	43
4.6.2 Semeadura	44
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	47
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6. CONCLUSÃO	53

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento a respeito da exploração e comercialização da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) data deste 1600, os pesquisadores Humboldt, Bompland e Kunth, foram os primeiros a descrevê-la em 1808, e esses foram homenageados em sua denominação. Popularmente conhecida como castanha-do-pará, em 1961 para comercialização no exterior passou a ser chamada de castanha-do-brasil (SANTOS, 2011; SILVA, 2014).

Sua amêndoa é largamente conhecida pelo seu alto valor nutricional, são muito apreciadas no mercado externo e interno. O fruto da castanheira é o ouriço, uma cápsula esférica de mesocarpo lenhoso medindo de 10 a 15 cm de diâmetro, pesando aproximadamente 500 a 1500g. Dentro do ouriço é possível encontrar entre 15 a 25 sementes, que assim como o fruto também possuem a casca lenhosa e rugosa, medindo cerca de 4 a 7 cm de comprimento, de onde a amêndoa é extraída (EMBRAPA/SEDE 2004).

No entanto a sazonalidade do nosso país e as condições climáticas, da região Amazônica no período da colheita, em conjunto com o baixo nível tecnológico da cadeia produtiva e o período extenso em que o ouriço permanece em contato com o solo após sua queda, constituem um ambiente favorável para o desenvolvimento de microrganismos (PAS, 2004; MARTINS, MARTINS, 2011).

Outro problema recorrente na castanheira e que dificulta sua propagação em larga escala é o baixo percentual de germinação, devido ao fato de sua semente apresentar um tegumento externo rígido protegendo o eixo embrionário e com isso retardando o processo germinativo. Com o intuito de acelerar este processo é feita a retirada do tegumento externo (testa), o que em diversos casos leva a deterioração da semente por ação de fungos (GATTI et al., 2018).

O uso de agentes de controle biológico pode ser uma das alternativas no manejo de doenças em plantas, pois, consegue atuar em muitas situações, onde outros métodos de controle convencional não atuam ou tem resultados muito limitados (BETTIOL *et al.*, 2012).

Outra alternativa no controle de fitopatógenos é a utilização de subprodutos de plantas medicinais pois possuem em sua composição, substâncias com propriedades fungitóxicas, que tem potencial ecológico para substituir o emprego de produtos sintéticos (VENTUROSO *et al.*, 2011).

A exploração desses produtos tem assumido grande importância na área de fitopatologia, visando menor custo e menor agressividade ao homem e ao ambiente, apresentando grande importância para o desenvolvimento de novas tecnologias e suas aplicações na agricultura (PAULERT et al., 2009).

Os produtos naturais e seus derivados já são utilizados por povos tradicionais há milênios, bem como esses têm sido fonte para produção de novos medicamentos, evidenciada pela presença crescente no mercado de medicamentos com estruturas ativas baseadas em compostos naturais bem como pelo aumento no número de patentes depositadas (COSTA, 1975).

No estudo dos produtos naturais um campo de grande importância são os óleos essenciais obtidos a partir de plantas aromáticas por diferentes técnicas extrativas. Atualmente esses óleos são procurados devido as suas diferentes propriedades, a exemplo temos: a ação antimicrobiana, antisséptica, antioxidantes, dentre outros. Deste modo, os óleos são utilizados em diversas áreas (HANEKE, 2002).

No estado de Roraima o uso de plantas medicinais é bem diversificado, devido ao fato deste possuir em sua população índios e descendentes dos pioneiros da colonização do estado, como, sulistas, nordestinos e nortistas. Muitas espécies são utilizadas como medicamento caseiro, entre elas, podemos citar: *Byrsonima crassifolia* (L) (mirixí), *Cymbopogon Citratus* D.C. Stapf (capim-santo), *Himatanthus articulatus* (Vahl) Wood (*sucuba*), *Curatella americana* L. (Caimbé) (LUZ, 1998).

O Estado de Roraima, apresenta basicamente uma composição vegetal onde predominam diversas variedades de formações, destacando-se as florestas densas, campinas, lavrado, florestas estacionárias (CAMPOS, 2011), essa diversidade torna o ecossistema roraimense um grande potencial para utilização no ramo da fitoquímica, biotecnologia, indústria de fitofármacos dentre outros. Estudos mostram que os óleos essenciais têm apresentado em sua grande maioria importante ação farmacológica assim como esses também apresentam substâncias com potencial biológico significativo.

Torna-se necessário e de extrema importância como cultura, buscar metodologias e novas tecnologias que visem acelerar o processo de germinação e uniformização das mudas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar o potencial do uso de óleos essenciais de *Trattinnickia Rhoifolia* e *Mansoa Alliacea* no tratamento sanitário de sementes de Castanha-do-brasil visando acelerar e uniformizar a germinação para obtenção de mudas precoces e de qualidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Selecionar óleos essenciais de *Trattinnickia Rhoifolia* e *Mansoa Alliacea* que apresentem potencial antagonico *in vitro* contra as espécies de fitopatógenos associadas às sementes de Castanha-do-brasil;
- Avaliar a influência do tratamento sanitário de sementes de Castanha-do-brasil com diferentes concentrações de extrato vegetal de plantas medicinais sobre a aceleração e uniformização das sementes;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RECURSOS GENÉTICOS FLORESTAIS NATIVOS DA AMAZÔNIA

A redução de espécies florestas gera inúmeros fatores para o meio, dentre eles destaca-se a limitação drástica da sabedoria popular (ZUCHIWSCHI et al., 2010), o uso indiscriminado dos recursos florestais contribui para o desmatamento de grande parte das florestas tropicais de diferentes partes do mundo, o avanço acelerado do desmatamento altera de maneira considerável o equilíbrio e a sustentabilidade do ambiente (CAVALCANTI; KAGEYAMA, 1997).

A Amazônia apresenta características únicas, e suas singularidades ecológicas atraem grandes olhares, e com esses vem a preocupação de como o manejo ocorre nessas áreas e na necessidade de novas tecnologias que contribuam na preservação desta grande fronteira agrícola (CLEMENT; MULLER; FLORES, 1982).

Em conformidade com os dados obtidos do Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON, publicados no boletim de desmatamento da

Amazônia Legal, publicado em outubro de 2019, houve um aumento preocupante de 218% no desmatamento quando comparado ao mesmo período do ano de 2018, chegando a 583 km² de áreas desmatadas.

Um dos principais fatores para o aumento das áreas degradadas é o elevado potencial econômico de diversas espécies florestais no comércio (TONINI; OLIVEIRA JÚNIOR; SCHWENGBER, 2008), e na região Amazônica, são inúmeras as espécies que se destacam pelo seu valor comercial no mercado regional. Estimasse que exista cerca de 230 espécies madeireiras (BARBOSA et al., 2010), espécies mais que suficientes para despertar o interesse dos madeireiros (IWAKIRI, et al., 2016).

Muitas dessas espécies são vulneráveis à exploração, as espécies nativas que são mais valorizadas pelos madeiros são a cerejeira (*Amburana acreana*) e o mogno (*Swietenia macrophylla*), essas espécies possuem alto valor comercial (SHANLEY; ROSA, 2004; FEARNSIDE, 1992).

As espécies frutíferas também sofrem com a exploração desordenadas, as espécies que mais se destacam por seu alto valor comercial são as:

- Cubiu - *Solanum topiro* H & B;
- Castanheira-do-brasil - *Bertholletia excelsa*;
- Buriti - *Mauritia flexuosa* L;
- Biribá - *Rollinia mucosa* (Jacq.) Bail;
- Abiu - *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk (PAHLEN, 1977; SEMEDO; BARBOSA, 2007).

As espécies medicinais de destaque são:

- Sacaca - *Croton cajucara* Benth;
- Sacaquinha - *Croton sacaquinha* Benth;
- Jenipapo - *Genipa americana* Linnaeus;
- Quina - *Antirhea borbonica* J. F. Gmel;
- Breu branco: *Trattinnickia rhoifolia* Willd (KALIL FILHO; KALIL; LUZ, 2000; ROCHA et al., 2015).

As espécies laticíferas e os coloríficos que mais se destacam por seu alto valor comercial são respectivamente: *Hevea brasiliensis* (seringueira) e *Bixa orellana* L. (urucuzeiro) (EMBRAPA, 2009).

Espécie nativa da região amazônica a castanheira-do-brasil se destaca pela possibilidade de aproveitar diferentes partes de diferentes formas (CYMERYYS et al.,

2005; FAZOLIN et al., 2002), a exemplo tem-se a resina da castanheira com ação repelente contra insetos (FAZOLIN et al., 2002), o chá da casca pode ser usado para tratamento do fígado, anemia e diarreia, a infusão de suas sementes pode aliviar dores no estômago e, bem como a ingestão de amêndoas pode aliviar a azia durante a gravidez (CYMERYYS et al., 2005) seu uso ainda é percebido na confecção de artesanatos (CYMERYYS et al., 2005; FAZOLIN et al., 2002).

No entanto está não possui valor madeireiro comercial devido a uma norma florestal federal existente para a Amazônia, onde consta a impossibilidade da exploração de sua madeira, quer em ambiente nativo quer em ambiente regenerado (BRASIL, 2007, p. 123).

Mesmo a castanheira apresentando múltiplos usos a sua atividade mais representativa e mais explorada economicamente é a comercialização das castanhas (amêndoas), essas são bastante apreciadas pela indústria alimentícia (PICANÇO; COSTA, 2019).

2.2 RECURSOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS

Pode-se entender o termo Produtos Florestais não Madeireiros – PFNM como sendo um termo genérico que faz referências aos diferentes produtos de origem vegetal e animal que podem ser obtidos dos recursos naturais, assim como serviços sociais e ambientais, como reservas extrativistas, sequestro de carbono, conservação genética e outros benefícios oriundos da manutenção da floresta (BRITO, 2003).

A floresta representa um grande benefício seja para as comunidades que tiram sua subsistência desta, seja para a indústria com fins comerciais. Desta forma os produtos não madeireiros possuem grande importância socioeconômica, de modo a assegurar a sustentabilidade da floresta (SANTOS et al., 2003; BALZON; SILVA; SANTOS, 2004). Embora os PFNM sejam eles florestal ou não, representam em tempos atuais um grande desafio para o mercado devido a sua grande abundância, diversidade e variedade em formas de uso, sendo todos considerados de grande valor comercial, atraindo assim a atenção de pesquisadores e certificadores que antes interessavam-se apenas pelos recursos madeireiros e hoje buscam por novos produtos (SHANLEY; PIERCI; LAIRD, 2005; SANTOS et al., 2003).

Os produtos florestais não madeireiros são responsáveis pelo sustento de milhares de pessoas, estando desta forma a floresta presente no cotidiano de cerca

de 1,2 bilhões de pessoas, o que dá para esses produtos grande destaque, não apenas pela grande diversidade de seu uso (ALVES, 2013), mais também pelo seu importante papel na economia tradicional local e regional. Nos estados onde o bioma amazônico está presente, diversas comunidades têm esses produtos como fonte de subsistência (PAES-DE-SOUZA et al., 2017).

Os PFMNs explorados no Brasil foram divididos por Silva (1996) em nove grupos que foram diferenciados conforme sua forma de utilização:

- 1) oleaginosas (andiroba, babaçu, copaíba, cumaru, ucuri, macaúba, olicica, pequí, tucum e outros);
- 2) alimentícios (açai, castanha de caju, castanha-do-brasil, erva mate, mangaba, palmito, pinhão, umbú);
- 3) aromáticos, medicinais tóxicos e corantes (ipecacunha, jaborandi, jatobá, quina, timbó, urucu e outros);
- 4) pinheiro (nó de pinho);
- 5) borracha (cauchu, hevea – coagulada e líquida – e mangabeira);
- 6) gomas (balata, maçaranduba e sorva);
- 7) cera (carnaúba – cera e pó – e licurí);
- 8) fibras (buriti, carnaúba, caroá, cipóimbé, butiá, guaxima, malva, paina, piaçava, taboa, tucum);
- 9) tanantes (angico, barbatimão, mangue e outros).

No ano de 2016 os PFMNs somaram um saldo na economia de aproximadamente R\$ 1,9 bilhões de reais, onde o extrativismo de produtos de origem das florestais representavam 86,5% o que equivalia a R\$ 1,6 bilhões de reais. Quando os valores de 2016 são comparados com os do ano de 2015 houve um aumento de 4,6% que correspondiam a R\$ 1.809.409.000 em arrecadação, e de 18% ao compararmos com o ano de 2014, com R\$ 1.604.107.000 de arrecadação (Brasil, 2018).

A venda de PFMNs vem crescendo no mercado externo, e a castanha-do-brasil tem ganho bastante destaque neste mercado, assim como o óleo de copaíba (SHANLEY; PIERCI e LAIRD, 2005). O boletim do Sistema Nacional de Informações Florestais- SNIF mostra a castanha-do-brasil, o açai e a erva mate, em posição de destaque (Brasil, 2018),

Devido sua grande aceitação no mercado externo a castanheira é amplamente valorizada, se destacando e servindo como modelo de produto florestal não

madeireiro. Mesmo sua produção sendo em sua maioria oriunda de florestas nativas, a espécie é vista como ferramenta de grande importância no desenvolvimento socioeconômico das comunidades, bem como na conservação direta e indireta da mata nativa (TONINI; PEDROZO, 2014).

Esta árvore exuberante contribui lindamente na preservação das florestas tropicais, pois sua ocorrência gera forte influência na criação de áreas protegidas (WADT; KAINER, 2009). Está entre as frutíferas mais pesquisada na última década voltada para sua domesticação, o que fortalece sua cadeia produtiva (DONADIO, 2008).

2.3 CASTANHEIRA-DO-BRASIL

Nativa da região Amazônica, a castanheira apresenta divisão botânica, com a seguinte classificação: angiosperma, da classe *Dicotyledonea*, de ordem *Myrtiflorae*, pertence à família das *Lecythidaceae*, do gênero *Bertholletia*, espécie *excelsea*. Foi descrita em 1808, pelos pesquisadores Humboldt, Bonpland e Kunth, e denominada como árvore majestosa da Amazônia, como forma de homenagear os pesquisadores. Sua denominação varia de acordo com seu local de origem, mantendo a origem primária nas denominações, como do-brasil, do-pará (ENRÍQUEZ; SILVA; CABRAL, 2003), com o decreto de lei N°51.209, de 18 de setembro de 1961, para efeito de comércio exterior, recebeu as denominações de castanha-do-brasil e castanha-da-amazônia.

Acredita-se que o índio foi um dos principais propagadores da castanheira na floresta, durante o transporte das castanhas estas acabavam por se espalhar naturalmente em algumas clareiras. O seu plantio teve início na década de 80 (CAMPO/PAS, 2004).

A castanheira tem grande importância cultural pois fornece alimento e remédios para as comunidades tradicionais, povos indígenas e animais silvestres (APIZ, 2009). Apresenta interações com as abelhas que a polinizam, e pássaros, que contribuem na disseminação de sementes pela mata (WADT et al., 2005; MORI; PRANCE, 1990).

Suas sementes são angulosas, estreitas, compridas, com tegumento duro, com rugosidade transversal, e apresentam um tecido meristemático circundando a amêndoa (WADT; KAINER, 2009), suas flores são dispostas em inflorescências, abrindo uma ou duas flores por dia, essas são cobertas por uma das pétalas, que é

levantada pelos polinizadores durante a polinização (MAUÉS, 2002).

Seu fruto é o ouriço, com forma esférica ou capsular, tendo cerca de 20 cm de diâmetro, contendo em seu interior de 12 a 25 sementes que envolvem as amêndoas. Com superfície espessa e coloração castanho escuro, variando o peso entre 200g a 1,5kg (ENRÍQUEZ; SILVA; CABRAL, 2003; YANG, 2009).

Contando a partir da queda das flores até a maturação dos ouriços são aproximadamente quinze meses (PACHECO; SCUSSEL, 2006). Uma árvore chega a produzir cerca de 100 a 150 quilos de ouriço na época da safra, as castanheiras novas produzem por volta de 30 a 50 ouriços ao ano, ao mesmo tempo que as castanheiras que têm por volta de 200 a 400 anos, chegam a produzir até 1.000 ouriços em apenas um ano (APIZ, 2009).

Em razão da degradação do habitat da castanheira-do-brasil na Amazônia, Salomão et al. (2006) indicaram como estratégia de recuperação desses habitats, a produção de mudas clonadas (enxertadas) com material proveniente das matrizes mais produtivas. Entretanto, o processo de produção de mudas tem uma série de limitações relacionadas à germinação e à conservação de sementes, sendo o processo de germinação destas sementes demorado e desuniforme.

Para Camargo (1997) o motivo desta demora se dá pelo fato de as sementes serem recalcitrantes, o que dificulta sua dessecação ou seu armazenamento a baixas temperaturas (BONJOVANI & BARBEDO, 2008). Uma das maiores limitações na propagação da castanheira decore do seu processo germinativo lento e desuniforme (CAMARGO, 1997; KAINER et al., 1999).

Foi observado por Moraes e Muller (1978) que a dormência das sementes da castanheira-do-brasil, pouco provável sejam pela impermeabilidade do tegumento à absorção de água, esta causa pode estar associada a resistência do tegumento à expansão do embrião. Já Kainer et al. (1999) acredita que este fato ocorre provavelmente devido a existência de dormência química (presença de inibidores) e morfológica (imaturidade do embrião).

Camargo (1997) considera que a amêndoa da castanheira, no momento da maturação e dispersão não apresenta tecidos em estágio avançado de diferenciação celular, o que explica, em parte, o lento processo germinativo da espécie. Kainer et al. (1999) afirmam ainda que o armazenamento úmido aumenta a germinação e permite o desenvolvimento do embrião imaturo, lixiviando os inibidores presentes na semente.

Outra limitação encontrada está relacionada ao processo de coleta, secagem,

armazenamento, e ao transporte da castanha-do-brasil, visto que estas são tidas como etapas críticas, pois dependendo de como forem conduzidas, haverá maior ou menor contaminação por microrganismos (VALOIS, 2003).

A castanheira exerce forte influência socioeconômica em diversas populações da Amazônia, estando entre os produtos mais comercializados no mercado de exportação. O extrativismo e o beneficiamento das amêndoas não só movimentam as economias regionais como sustentam milhares de comunidades, ao mesmo tempo que seu processo extrativista promove a conservação da floresta (SÁ et al., 2008; HOMMA, 2012).

No entanto, ainda não existe um consenso se este processo é viável, inúmeros especialistas questionam a sua coleta, enquanto outros a veem como alternativa de fonte de renda de diversas populações que retiram da floresta seu sustento (CAVALCANTE, 2002; BAYMA et al., 2009). Sobre esse assunto Shackleton et al. (2007), afirma que o ponto positivo desta atividade é a minimização da pobreza por meio da comercialização do produto excedente da coleta. Fiedler et al. (2008) corrobora com este pensamento quando destaca que o extrativismo é importante, pois, contribui com a renda familiar e desacelera ou mesmo impede em alguns locais, o avanço do desmatamento.

Porém, alguns entendem a atividade extrativista como uma atividade produtiva declinante e que tem se mostrado economicamente inviável. Nesse sentido, Homma (2012) considera que dentre alguns fatores associados a esses declínios estão o aumento do custo da extração, já que boas áreas de castanhais se tornam cada vez mais escassos devido ao esgotamento das reservas naturais; o aumento na procura da matéria prima, bem como a expansão da fronteira agrícola. Corroborando com essa ideia, Procópio (2007) afirma que o extrativismo não é capaz de minimizar a pobreza ou aumentar de forma substancial a renda monetária, colaborando desta forma com um “subdesenvolvimento sustentável”.

Contudo, em meio a essa discussão teórica de cunho socioeconômico, dados obtidos do IBGE (2010) mostram porque a castanha-do-brasil merece destaque como produto extrativista, uma vez que tem movimentado 55,2 milhões de reais, ocupando a sexta colocação, em valor comercializado no ano 2009. Só nos últimos 10 anos, o Norte do país representado quase que sozinho a produção total brasileira com 99% da produção (ENRIQUEZ, 2009), dentre os principais estados produtores estão os Estados do Amazonas, Pará e Acre, responsáveis por 80% do volume

produzido, seguido em menores quantidades, por Rondônia, Amapá, Tocantins e Roraima (Figura 1).

Figura 1. Regiões brasileiras produtoras de castanha do brasil.



Fonte:Google (2011).

2.3.1 Características biológicas da espécie

A superioridade da castanheira-do-brasil advém de seus parâmetros como: distribuição, altura, diâmetro, forma/área da copa e povoamento o que a destacam dentre os produtos florestais não madeireiros. Bem como seu vigor que está relacionado ao seu diâmetro inerente e área de copa notável o que exige a necessidade de muito espaço na fase inicial do crescimento (CONDÉ et al., 2013; TONIMI E ARCO-VERDE, 2005).

A castanheira pode atingir até 60 m de altura e 4,0 m de diâmetro na base do tronco, fato que a destaca das demais espécies florestais da Amazônia (MÜLLER; CALZAVARA 1989; MÜLLER et al., 1995). As castanheiras estão geralmente em aglomerações, variando de 6 até 100 indivíduos separados por até um quilômetro de distância (MORI; PRANCE, 1990), podendo esses indivíduos atingirem aproximadamente 800 anos (MÜLLER et al., 1995; CYMERYYS et al., 2005; SALOMÃO, 2009).

O tronco da espécie pode ser descrito da seguinte forma: caule cilíndrico, liso, desrama natural, esparsamente dotado de lenticela, casca escura, com fissuras longitudinais evidentes e de grande diâmetro, sendo a casca a principal característica que permite uma fácil identificação na floresta (MORI; PRANCE, 1990; WADT;

KAINER, 2009).

As suas folhas são alternadas, simples, com nervuras pinadas, coriáceas, lisas em ambas as faces, estrias longitudinalmente, com protuberância filiforme na face abaxial, com nervura central proeminente acima e abaixo, com cerca de 29-45 pares de nervuras laterais evidentes em ambas as superfícies; ápice 3-10 mm de comprimento; base arredondada; margens inteiras; pecíolo de 20 a 35 mm de comprimento, liso ou levemente puberal quando jovem (MORI; PRANCE, 1990).

A espécie pode ser descrita como de crescimento verde contínuo, mas a tendência fenológica de mudança foliar tende a variar anualmente, sendo sensível à escassez de chuvas, por isso perde suas folhas em períodos de transição climática (TONINI, 2011; CAMPOS et al., 2013).

Tonini (2011) encontrou em Roraima um grande número de indivíduos soltando e emitindo folhas simultaneamente por um longo período de tempo. Durante três anos de observações, o autor também constatou que há uma maior proporção de plantas com queda de folhas entre agosto e outubro. Na região, esse período é caracterizado pela transição entre as estações mais chuvosas e as mais secas, com diminuição significativa da precipitação. Já no estado do Pará as folhas tendem a cair após a estação chuvosa, geralmente em julho, antes do início da floração em agosto, mas esse período pode ser mais tardio (MORITIZ, 1984).

As folhas jovens são de cor marrom e inclinadas para baixo para proteger contra a luz solar intensa. Somente quando uma camada de cera se forma, as folhas ficam verdes e depois sobem, abandonando sua posição oblíqua. Logo novos ramos crescem sob as inflorescências do ano anterior, com as folhas aparecendo primeiro, depois nas extremidades dos ramos os botões (MORITIZ, 1984).

A inflorescência castanha é descrita como angular, axilar ou em panículas terminais eretas com poucos ramos. Flores sem pedicelo (subsésseis) com três brácteas na base; o cálice inicialmente inteiro e quando a flor amadurece é bipartido, com ápice dos lobos tridentários; corola branca ou levemente amarelada, perfumada, com seis pétalas, sendo cinco livres e uma modificada, sendo esta lígula formada por uma estrutura de estaminódios fundidos que recobre as anteras e o estigma, dificultando a polinização por pequenos insetos (MÜLLER, 1981).

De acordo com Maués et al. (2015), as flores da castanheira-do-brasil são hermafroditas, ou seja, possuem ambos os sexos na mesma flor. A autopolinização das flores era possível em raros os casos mesmo sem a influência de polinizadores

(MÜLLER, 1980; SANTOS et al., 2011). Em média, 1 a 2 flores abrem por dia (WADT; KAINER, 2009). Foi constatado por Santos et al (2011) que a castanheira é uma espécie predominantemente de polinização cruzada.

O período de floração varia de região para região onde a espécie se encontra, embora seja geralmente anual, prolongada e sincrônica. Em Roraima, o evento ocorre em períodos de pouca chuva (TONINI, 2011), o que difere do estudo de Campos et al. (2013) para o estado do Amapá. Como a maturação dos frutos pode durar até quinze meses, é comum que as castanheiras retenham seus frutos velhos e quase maduros durante a floração e o desenvolvimento de novos frutos (MORITIZ, 198). No Acre, houve indicativos de que na estação seca, a floração coincide com a queda dos frutos da estação anterior (CYMERYYS et al, 2005).

Um dos principais fatores que diferencia a castanheira com outras espécies da família, é o fato de a castanheira-do-brasil possuir um fruto indeiscente, isto é, não quebra espontaneamente quando maduro e depende, sendo esta espécie é incapaz de dispersar sementes de forma eficiente por meios naturais e, portanto, dependente da abertura do fruto por agentes externos (SCOLES; GRIBEL; KLEIN, 2011).

As cutias (*Dasyprocta leporina*) são responsáveis pela dispersão das sementes da castanheira-do-brasil e, portanto, contribuem para a regeneração da espécie na floresta. No Acre, o conhecimento tradicional dos seringueiros indica que duas espécies de macaco também podem abrir ouriços velhos (CYMERYYS et al., 2005).

O fruto da castanheira é o pixídio, também conhecido como ouriço, que possui uma casca dura, resistente e de cor castanha. Sua forma é globulosa, quase esférica, com 8 a 15 cm de diâmetro, sendo o vestígio do cálice visível na parte superior (WADT; KAINER, 2009). Contendo cada fruto cerca de 15 a 25 sementes cobertas por uma casca dura e lenhosa, e o fruto pode ter diversos usos como: em artesanato, combustível, cofres, cinzeiros ou até mesmo como defumador da borracha (MÜLLER, 1981).

O estudo de Fernandes, Wadt e Martins (2007), que avaliou a produção de *Bertholletia excelsa* no sudeste do Acre, constatou que as diferenças observadas na produção anual de frutos foram bastante significativas, com a castanha vermelha produzindo em média 75,5 frutos, enquanto a castanheira branca produzia 31,1 frutos/ano. Segundo relato feito por Braga (2007), essas classificações são feitas com base na morfologia do fruto, sementes, cor da madeira e tamanho da árvore, e geralmente são feitas com base no conhecimento dos extrativistas segundo Tonini (2011).

Borges et al. (2016), em estudo realizado em área nativa no estado do Mato Grosso, coletaram 444 frutos de castanheira de duas safras, com número médio de 55 frutos por árvore e 17 sementes por fruto observados em sua produção. Observando ainda uma média de 5,85 kg (peso úmido) de sementes produzido por árvore.

Ferreira e Tonini (2009) verificaram que no estado de Roraima após dez anos de plantio, o número médio de frutos produzidos por árvore foi de 6 frutos/planta, o número médio de sementes foi de 112 sementes/árvore, e o peso dos frutos com média de 750 g/árvore. Na árvore com maior produtividade, foram observados 33 frutos e 4 kg de sementes. Ainda em Roraima, Tonini e Pedrozo (2014) encontraram diferenças na produção de frutos em três regiões distintas da zona de origem, sendo que em São João da Baliza a produtividade média por árvore ao longo dos sete anos da avaliação foi de 4,2 kg/árvore e 26 frutos, na região do ITA a média foi de 3,4 kg/árvore e 21 frutos e na região de Cujubim foi possível obter valores mais elevados, com peso médio dos frutos de 13,2 kg/árvore e 121 frutos. No entanto, todos esses valores são maiores quando as árvores consideradas imaturas são descartadas.

Nos estudos realizados em Roraima por Tonini (2011) e no Amapá por Campos et al. (2013), a frutificação foi anual e longa, pois a espécie não possui um padrão de produção constante, há grande variabilidade na produção dependendo de cada indivíduo e de cada localidade (HERRAIZ, 2016). Ainda sobre a perspectiva de Tonini (2011), estudo fenológico da castanheira-do-brasil no estado de Roraima, verificou um período médio de 10 meses entre a observação de novos frutos e sua dispersão, havendo variações entre os períodos de frutificação em relação aos anos de estudo, onde no ano de 2006 a frutificação deu início no mês de março, já em 2007 e 2008 esta teve início já em fevereiro.

A produção de frutos e sementes em Roraima apresentou diferenças em outro estudo de Tonini e Pedrozo (2014), com grandes variações entre localidades e dentro de uma única localidade. A menor produção foi registrada em 2010 e a maior em 2012, durante este período os castanhais registaram uma produção 8 a 52 vezes superior ao ano de menor produção.

Na botânica, as castanhas (sementes) são classificadas por núcleos de pixídio e não nozes (MORITIZ, 1984), e podem ser assim descritas: externamente apresentam pouca variação de largura e espessura, são triangulares e angulosas; ordenado em três séries; base, margem e ápice angulosos, envoltos em duas

camadas de tegumento, a frente mais externa apresenta tons castanho-claros, opacos, ásperos, lisos e amadeirados; a camada mais interna, o tegumento, é membranosa e marrom mais escura que a testa. hilo deprimido, subapical, largo, oblongo, marrom mais claro que a testa, rafe rígida e proeminente, em tons castanhos escuros e homócroma (GURGEL; SANTOS; BASTOS, 2006).

As sementes (amêndoas) da castanheira levam de 12 a 18 meses para germinar sob condições normais. Podendo esse tempo ser reduzido consideravelmente em cerca de 2 a 3 semanas, semeando a semente sem o tegumento (MÜLLER, 1982; CYMERYYS et al., 2005; PEDROZO C et al., 2017).

2.3.2 Características edafoclimáticas dos locais de ocorrência natural da castanheira

A castanheira-do-brasil se faz presente na região amazônica, desde o extremo sul das Guianas, passando pela Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela e Brasil (MORI; PRANCE, 1990; CYMERYYS et al., 2005; SALOMÃO, 2009). No Brasil, está distribuída nos seguintes territórios Amazônico, nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Pará e Roraima (CYMERYYS et al., 2005; HERRAIZ, 2016).

Em conformidade com Koppen, a castanheira-do-brasil está presente no ambiente nativo, habitando todos os climas que podem ser encontrados na Amazônia, a saber, Aw, Am e Af. Destacando que ela é predominante em locais com clima Aw ou Am, crescendo em climas com temperaturas médias anuais entre 2,3°C e 27,2°C, precipitação anual entre 1.00 e 800 mm e umidade relativa média anual entre 79,6%. Para Diniz e Bastos (1977) o clima tropical úmido favorece o desenvolvimento da espécie.

A castanheira-do-brasil está presente no ambiente nativo em três climas que podem ser encontrados na Amazônia segundo Koppen, a saber, Aw, Am e Af. No entanto, é predominante em locais com clima Aw ou Am. Esta espécie cresce bem em temperaturas médias anuais entre 2,3°C e 27,2°C, precipitação anual entre 1.00 e 800 mm e umidade relativa média anual entre 79,6%. Essas características sugerem que o clima tropical úmido favorece o desenvolvimento da espécie (DINIZ; BASTOS, 197).

Os organismos são fortemente influenciados pelo ambiente, principalmente devido a sua dependência da luminosidade. Apresenta-se como uma espécie heliófila,

ou seja, a luz é essencial para seu desenvolvimento (MORI; PRANCE, 1990; SALOMÃO 2009; ALBUQUERQUE; EVANGELISTA; ALBUQUERQUE NETO, 2015; SOUZA et al., 2017).

A castanheira vive em áreas altas, não inundadas, onde predominam as florestas de terra firme, características de florestas densas. Mas também pode estar presente em florestas do tipo cipó, com associação bastante frequente com babaçu (BRAGA, 1979). Vive em solos argilosos ou arenosos, geralmente pobres, desestruturados e drenados (NOGUEIRA; SANTANA, 2018). Essas árvores podem ser dispostas em grupos mais ou menos extensos (chamados de castanhais), e estão sempre associadas a outras espécies florestais de grande porte (FERNANDES; ALENCAR, 1993).

2.3.3 Importância ecológica, social e econômica

A família Lecythidaceae compreende cerca de 25 gêneros e 350 espécies distribuídas globalmente, das quais 10 gêneros e 204 espécies são encontradas nas Américas. Esta família é uma das mais representativas em número de espécies (COELHO et al., 2016). O gênero *Eschweilera* possui o maior número de espécies da família, representado por mais árvores do que qualquer outro gênero existente na região Amazônica (SMITH; MORI, 2006). Da família Lecythidaceae, o Tucari do campo (*Eschweilera nana*), presente nos cerrados brasileiros, é a espécie de menor porte, dentre as mais altas, se destaca a castanheira-do-brasil (MORI, 2001).

A castanheira-do-brasil é a único representante do gênero *Bertholletia* (MARTINS L.; MARTINS W., 2011; BRAGA, 2007), tendo sido descrita por Humboldt e Bonpland em 1807. O gênero é derivado do nome do químico Claude Louis Berthollet (1748-1822) e, uma de suas curiosidades taxonômicas refere-se ao uso da terminologia "excelsa", que é utilizado pela forma como sua copa se destaca acima do dossel da floresta (MÜLLER et al., 1980).

A castanheira é popularmente conhecida na Amazônia como:

- castanheira;
- castanheira verdadeira;
- castanheiro;
- castanheira-do-pará;
- castanheira-do-maranhão; e,

- mais recentemente, castanheira-da-amazônia.
Já em outros países esta é conhecida pelas seguintes denominações:
- inglesa (Brazil-nut ou Pará-nut);
- espanhola (Nuez dei Brasil);
- francesa (Noix du Brésil) e,
- alemã (Paranu) (MORITIZ, 1984).

Para o ecossistema florestal a espécie desempenha um importante papel, nas áreas nativas, a presença de espécies de mesma família da castanheira é tida como indicativo de uma floresta preservada (MORI, 2001).

Embora a madeira de castanheira ainda seja cortada e vendida, essa é uma prática realizada de forma ilegal, devido à sua importância socioeconômica, esta árvore está protegida desde 1994 pelo decreto 1.282, de 19 de outubro (MARTINS; SILVA; SILVEIRA, 2008). Sua maior expressão comercial está na coleta e comércio das suas amêndoas, que são usadas para fins alimentícios, contribuindo ainda para a conservação da floresta como já mencionado algumas vezes, bem como sua contribuição na renda familiar (SILVA et al., 2013).

As amêndoas podem ser consumidas frescas ou processadas. Os pesquisadores Müller et al. (1980) sugeriram que as amêndoas suprem deficiências minerais e vitamínicas, e que comer duas amêndoas equivale à mesma quantidade de proteína encontrada em um ovo. Por serem ricas em selênio, as sementes são ricas em antioxidantes, que têm demonstrado propriedades anticancerígenas e cardioprotetoras (SANCANARI et al., 2019).

A castanha além do uso no consumo alimentício pode ser utilizada na produção de óleo utilizado na produção de cosméticos, farinha para pães e bolos (CYMERS et al., 2005) ou para a obtenção de leite que pode ser utilizado no preparo de pratos especiais em substituição ao leite de vaca. Cosméticos. pratos e alternativas ao leite de vaca à base de oleaginosas e castanhas (FELBERG et al., 200).

No início, em pequena escala, a castanha era a base da alimentação indígena, mas rapidamente a colheita tornou-se uma atividade de importância econômica e cultural para a população local, ribeirinhos, indígenas, seringueiros e pequenos produtores. (MÜLLER et al., 1980); BRAGA, 2007). Por apresentar alto potencial extrativista com força para influenciar na oferta de emprego e geração de renda para uma infinidade de trabalhadores rurais e urbanos (TONINI, 2011; CAMPOS et al.,

2013). Deste modo a castanheira ganhou destaque a partir do momento em que houve declínio na extração da borracha (FERREIRA et al., 2017).

A inconstância na produção de castanhas tem chamado a atenção por apresentar constantes oscilações entre os picos de produtividade ora muito baixos, ora muito altos, não se mantém estável. À exemplo temos que entre aos anos de 1994 e 2005 houve uma queda de 22%, com os volumes de produção caindo de 38,6 para 30,1 mil toneladas (ENRÍQUEZ, 2009).

Durante a safra de 2017, a produção de castanha-do-brasil caiu drasticamente em todas as áreas onde a espécie foi encontrada, esse fato nunca havia sido registrado. Como exemplos temos os dados registrados pela EMBRAPA (2017), onde houve uma queda de 25% no Acre, 96% no Amapá e até 99% em Roraima, a escarceis de precipitação em grande parte da Amazônia pode ter sido um fator que influenciou na queda da produção. Nos estados de Roraima e Amapá foi registrado um período de seca extrema (EMBRAPA,2017).

As Variações na produção das amêndoas (castanhas) também fazem com que os valores mudem. Há exemplo temos, o valor pago pela castanha com casca para a região Norte e Mato Grosso na safra dos anos 2015/2016 foi de R\$ 1,18 kg; em 2016/2017 R\$ 1,27kg (CONAB, 2017), já em 2017/2018 R\$ 0,89kg (CONAB, 2018).

Ainda sobre a variação econômica sofrida pelo comercio de castanha anualmente, Kitamura e Muller (198), atribuem isso a coleta de castanha feita pelos extrativistas que precisam passar muitos dias na floresta em busca dos frutos. Com o intuito de compensar os esforços das atividades extrativista com os altos valores, principalmente em áreas de difícil acesso, existindo ainda outros fatores que influenciam, no valor da castanha, como as barreiras físicas que podem dificultar o transporte e reduzir ainda mais sementes colhidas (MORITIZ, 198). Homma (2012) chama a atenção para os possíveis conflitos que pode haver entre oferta e demanda de produtos extrativos alimentícios, apresentando como solução uma aceleração urgente no processo de domesticação desta espécie.

As condições climáticas, principalmente pluviométrica não eram os únicos fatores que influenciavam na queda da produção de castanha (IVANOV, 2011; NOGUEIRA; SANTANA, 2018), vários outros fatores são citados dentre eles:

- 1) substituição da vegetação nativa por lavouras e pastagens;
- 2) extração ilegal de madeira castanheiro;
- 3) ausência de polinizadores;

4) invasão de terras em áreas de floresta nativa de castanheiros (KITAMURA; MÜLLER, 1984;).

Para Ângelo et al. (2013), o desmatamento na Amazônia brasileira resultou em perdas significativas (equivalentes a R\$ 11,59 milhões) no comércio de castanhas entre 1998 e 2008, com a maior perda em 1998. O comércio internacional mostrou uma transformação nesse mesmo período a que mais chamou atenção notadamente foi em seu abastecimento mundial, a Bolívia passou a praticar de forma mais expressa, ocupando o lugar do Brasil nessa atividade (BAYMA et al., 2014). Os autores também observaram que, de 2004 a 2014, Bolívia, Estados Unidos, China, União Europeia e Peru se destacaram como compradores, enquanto os principais produtores e exportadores mundiais de castanha-do-brasil foram Bolívia, Brasil e o Peru.

A região Norte se destaca na produção de castanha do Brasil, respondendo por 99% do comércio. Entre 2010 e 2016, foram coletadas cerca de 272.420 toneladas, com destaque para os maiores produtores nacionais, Acre e Amazonas, que juntos respondem por mais de 60% da produção nacional, seguidos pelo estado do Pará (SILVA et al., 2019). O estado do Pará, que se manteve como o terceiro maior produtor de castanha-do-brasil de 2012 a 2017 (KRAG et al., 2017).

Entre 2010 e 2017, outros estados entraram nessa soma de produção: Rondônia, Mato Grosso, Amapá e Roraima, que ficaram em último lugar na produção de castanha, com a maior média em 2017 de apenas 1,45% da produção total do país (SILVA et al., 2019). No entanto, esses números podem estar subestimados, pois grande parte da produção que sai do estado não é contabilizada. Além disso, o que pode tornar o Acre o maior produtor é a transferência da produção de outros estados produtores para a região, e não a produção em si, já que a castanha-do-brasil é exportada pela Bolívia, visto que existem um número menor de controles de exportação e fitossanitários relacionados ao Brasil (BARBOSSA; MORET, 2016). A Bolívia se consolidou como grande exportador de castanha-do-brasil nos últimos anos após receber investimentos do Banco Mundial (MELO, 2008). Este é um dos principais fatores que levaram o Brasil a perder o status de produtor quase exclusivo de castanha-do-brasil, com a Bolívia ocupando atualmente a posição de maior produtor (CYMERYYS et al., 2005).

Desde 1911, a castanha-do-brasil é exportada através de países produtores para países como Reino Unido e Estados Unidos (CYMERYYS et al.). Em 2018, as

exportações de castanha-do-brasil para o mercado internacional somaram quase US\$ 60 milhões (MDIC, 2019). Isso se deve às chuvas abundantes no ano anterior, de modo que os castanhais se tornam altamente produtivos, aumentando sua produção em mais de 35% em relação a 2017 (IBGE, 2018). No entanto, acredita-se que o comércio de castanhas nativas (castanha-do-brasil, de caju e baru) e as cultivadas (pecã e macadâmia), que gerou cerca de 200 milhões de dólares em 2017, deve impulsionar as vendas no mercado externo, podendo alcançar US\$ 1 bilhão até 2027 (COMEX DO BRASIL, 2017).

2.3.4 Cultivo da espécie

A maior parte (cerca de 95%) da produção nacional de castanha-do-brasil vem da indústria extrativa, e muito poucas plantações são usadas para produção de frutos (MAUÉS et al., 2015). No Brasil, estão listados alguns plantios pioneiros desta espécie:

1) Agropecuária Aruanã, a maior do mundo, localizada na região de Itacoatiara no Amazonas (CASTRO, 2017), cerca de 318.000 árvores foram enxertadas nos estágios iniciais de produção de frutos, 679.000 árvores foram utilizadas para produção de madeira e recentemente um jardim de clonagem com 6.400 castanheiras enxertadas com todos os clones selecionados pela EMBRAPA para fins de produção de gemas para enxertia (PASSOS, 2014);

2) Uma plantação na região de Marabá, implantado pelo antigo grupo Bamerindus, mas destruída por integrantes do MST (Movimento Sem Terra) e posseiros e;

3) Plantação agroflorestal na região de Tomé-Açu, semelhante à castanheira nativa. As plantações mencionadas foram plantadas na década de 80 (HOMMA, 2012).

As castanheiras, embora protegidas legalmente, ainda sofrem os efeitos do desmatamento em suas áreas nativas, e sua produção econômica sofre, pois os fragmentos produzidos na floresta interferem na polinização da espécie. Conseqüentemente, o cultivo da castanha-do-brasil é estimulado, principalmente em Sistemas Agroflorestais-SAF, para reflorestamento ou processos produtivos.

Como a produtividade da castanheira está intimamente relacionada à ação dos polinizadores, qualquer distúrbio que afete essas populações refletirá diretamente na

produção de frutos e sementes. No entanto, Müller (1981) sugeriu que para garantir bons resultados em áreas onde esta espécie é cultivada, algumas áreas nativas devem ser deixadas, pois os polinizadores têm o hábito de proliferar em áreas de mata capoeira.

Bentes-Gama et al. (2005) enfatizam que o sucesso do cultivo dessa espécie está no investimento em SAF, que traz benefícios econômicos por meio da diversificação de renda e contribui para a restauração ambiental. Em seu estudo, os autores concluíram que dos três SAFs testados, o que apresentou o desempenho econômico mais satisfatório foi aquele que continha: castanha-do-brasil, banana, pimenta-do-reino e cupuaçu, inclusive com alto rendimento desde o primeiro ano de implantação. Este rendimento pode ser ainda maior e mais rápido se forem utilizadas castanhas selecionadas e enxertadas.

O Estado do Pará lançou estudos pioneiros sobre germinação, enxertia, biologia floral, polinização e polinização da castanheira-do-brasil, com o objetivo de agilizar o cultivo e, assim, promover uma série de indicadores, guia definitivo para pesquisas futuras (MÜLLER et al., 1980). Desde a década de 1980, Moritz (1984) vem alertando contra a provisão de bancos de brotos e a necessidade de coleta de material vegetal para enxertia, pois as atividades humanas podem prejudicar as florestas nativas de castanheiros.

Kitamura e Müller (198) sugerem que o cultivo de castanhais cultivados seja feito como forma de enriquecer as regiões de castanheiras nativas. A quebra de dormência é proposta por Müller e Calzavara (1989) ou até mesmo a enxertia em áreas onde é desejável estabelecer castanhais cultivados. Deve-se ter cuidado para não cometer o erro de plantar castanheiras com mudas enxertadas de material genético desconhecido, pois isso pode ser a causa do retardo de desenvolvimento em plantios comerciais de castanheira (WADT E KAINER, 2009). Muller et al. (1980) também recomendaram que a enxertia seja realizada com hastes retiradas de matrizes produtivas.

Em um estudo de Pimentel et al. (2007), o cultivo de castanha em sistema de monocultura foi considerado inadequado para exploração de frutos. Para os autores é importante investir em pesquisas nas áreas de melhoramento vegetal e manejo de culturas para minimizar o período jovem da espécie e aumentar a produtividade, o que, além de reduzir custos, facilitará melhor remuneração das atividades.

Os pesquisadores Homma et al. (2014) destacaram alguns dos fatores que

dificultam o cultivo da castanheira, como: dependência de polinizadores, exigindo que seu cultivo seja associado a áreas de mata nativa; plantas que ainda não foram domesticadas, exigindo investimento de longo prazo em pesquisa e alterações na legislação para obtenção do patrimônio genético local e conhecimentos tradicionais associados.

2.3.5 Propagação vegetativa da castanheira-do-brasil

Possuindo diferentes tipos de reprodução as castanheiras, podendo essas se reproduzirem tanto de forma sexuada e assexuadamente. A propagação por semente é indicada quando o objetivo principal do plantio é produzir madeira, pois as plantas formam caules retos, desrama natural e atingem alturas maiores (CARVALHO; NASCIMENTO, 2016).

Um dos fatores para o aprimoramento das técnicas de propagação da castanheira é que suas sementes são recalcitrantes, e germinam de forma desigual, afetando drasticamente o processo de produção de mudas (CORDEIRO et al., 2016). Müller e Calzavara (1989), afirmam que as amêndoas são descascadas para acelerar o processo de germinação. No entanto, essa atividade precisa ser feita com cuidado para não causar danos mecânicos, resultando em perda de sementes.

O fato de o processo de germinação não ser uniforme, as castanheiras produzidas com mudas pé-franco levam de 8 a 10 anos para começar a produzir, e ainda mais para estabilizar. O enxerto pode resolver o problema de longo período juvenil (MÜLLER e CALZAVARA, 1989). Neste caso, a semente é dormente porque os tecidos que a envolvem exercem um impedimento que não pode ser superado, sendo conhecido como dormência imposta pelo tegumento.

2.3.6 Extrativismo da castanha-do-brasil na Amazônia

As espécies florestais da Amazônia têm grande potencial extrativista, como uma das atividades mais importantes dos habitantes da região, promovendo o uso sustentável e racional de seus recursos naturais existentes, o desenvolvimento econômico e social, com a proteção ambiental e equilíbrio ecológico, evitando assim o risco de desmatamento a longo prazo e extinção de florestas (FAO, 2008).

Pimentel et al. (2007) mencionaram que o fato da amêndoa da castanheira-do-

brasil, ser o produto vendidos in natura devem implementar uma política de preços acessíveis, facilitando o desenvolvimento do seu sistema de produção, além de algumas outras políticas de incentivo ao extrativismo, que possibilitarão o cultivo da castanha-do-brasil, na Amazônia, visto que a importância social e econômica dos produtos florestais não-madeireiros (PFNM) são seculares por causa dos povos tradicionais.

O desenvolvimento inicial da Amazônia foi modelado no extrativismo vegetal, que por muito tempo foi o carro-chefe das economias dessas populações, embora nos últimos anos tenha perdido sua força devido ao crescimento das atividades agrícolas de interesse econômico voltadas ao curto e longo prazo, continua sendo uma das alternativas de geração de renda, principalmente para suprir a subsistência dos moradores ribeirinhos. (TONINI et al. 2007).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2016, as sementes de castanha foram o quarto produto extrativista economicamente mais relevante na Amazônia brasileira, com uma produção estimada de 34.644 toneladas, com queda de 14,7%. em 2015, a produção foi estimada em 110,1 milhões de reais, com destaque para o estado do Amazonas, que foi o maior produtor da federação com 14.945 toneladas.

O estado do Acre, maior produtor do país, viu a produção cair 37,7% em 2015 devido às escassas chuvas que afetaram as principais áreas produtoras do estado. Em Roraima, a produção inicial permanece em 161 toneladas, sendo Rorainópolis com maior destacada com 58 toneladas (IBGE, 2016). Além disso, segundo a CONAB (2015), o Brasil é o principal líder nas exportações de castanha do Brasil, contribuindo significativamente para o produto interno bruto (PIB) do país.

Extrativistas que vivem em comunidades rurais vendem seus produtos a preços relativamente baixos para intermediários, muitas vezes de outras partes da Amazônia, em um momento em que a produção de castanha-do-brasil está no auge. Essas produções são então enviadas para outros estados e armazenadas em armazéns por um período até a entressafra, quando são alcançados melhores preços de mercado (TONINI et al., 2014).

No estado de Roraima, a indústria extrativa da castanha é praticada principalmente por agricultores familiares, indígenas e ribeirinhos que vivem ao longo da Bacia do Rio Branco, sendo os maiores produtores Rorainópolis, Carobé, Caracarai, São João da Baliza e São Luís do Anaúia (TONINI et al., 2014).

No entanto, os sistemas extrativistas empregados por esses agricultores (ribeirinhas e indígenas) enfrentam problemas significativos ao longo de seu processo produtivo, principalmente aqueles associados à adoção de práticas extrativistas pós-colheita que buscam reduzir a exposição de fungos produtores de aflatoxinas às castanhas. para realizar sua comercialização (TONINI et al., 2014).

Aumentar as boas práticas extrativistas pode ser uma alternativa viável para reduzir essa contaminação, aumentando assim a produtividade da castanheira-do-brasil. Nessas práticas, enterrar e empilhar os restos da culturais da última colheita reduz a permanência do fruto em contato com o solo e a quebra do fruto com a retirada imediata das castanhas, em uma área bem ventilada e limpa fora da área de coletas, se destacam entre as práticas mais importantes (NOGUEIRA et al., 2010; CALDERARI, 2011; SANTOS, 2012).

2.4 DORMÊNCIA

Rodrigues (1988) relatou que algumas sementes foram capazes de germinar logo após a fertilização e por um período antes do período normal de colheita, enquanto outras podem estar dormentes e requerem repouso prolongado ou desenvolvimento adicional para germinar. Carvalho & Nakagawa (2000) definem dormência como um fenômeno em que as sementes de uma espécie não germinam apesar de serem viáveis e apresentarem todas as condições ambientais.

Popinigis (1977) descreveu as características das sementes que não germinam, embora sejam colocadas em condições ambientais favoráveis à sua germinação, são chamadas de dormência. Toledo & Marcos Filho (1997) apontaram que o período de dormência pode ser temporário ou prolongado até que uma condição especial seja atendida.

2.4.1 Tipos de Dormência

Existem dois tipos de dormência: a natural ou primária e induzida, ou secundária. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), a primária sempre ocorre, ainda que com intensidade variável de ano para ano e de local para local. Em alguns casos esta é superada por simples armazenamento da semente seca por algum tempo. Assim, imediatamente após a colheita, as sementes não germinam (POPINIGIS,

1977).

A dormência secundária é um tipo que nem sempre acontece. Quando isso ocorre, é devido à indução de condições ambientais específicas, geralmente em todas menos uma condição favorável de germinação na semente (POPINIGIS 1977, CARVALHO & NAKAGAWA 2000).

2.4.2 Causas de dormência

Carvalho & Nakagawa (2000) preferem dividir o mecanismo de dormência em sistemas com subsistemas individuais, caracterizados por: imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento à água e/ou oxigênio, restrições mecânicas impedindo o crescimento embrionário, especificidade de temperatura ou necessidades de luz, presença de substâncias que inibem a germinação, embriões não desenvolvidos e uma combinação de causas. Existe controle genético para essas causas de dormência e interações com o meio ambiente.

A germinação das sementes é prejudicada por:

- a) Interferindo na absorção de água: As sementes das *Fabaceae*, *Cannabis*, *Convolvulaceae*, *Malvaceae* e *Chenopodiaceae* possuem uma camada de tecido chamada osteosclerose na testa, que evita a entrada de água e retarda a germinação por vários anos;
- b) Barreiras mecânicas: Os diversos tecidos que envolvem o embrião são extremamente resistentes, e se o embrião não conseguir penetrá-los, não germinará. No entanto, em alguns casos, a mananase produzida pelo embrião enfraquece o tecido resistente e supera a dormência;
- c) Interferência nas trocas gasosas: O tecido impermeável que envolve o embrião limita sua capacidade de troca gasosa, impedindo a entrada de oxigênio, limitando a germinação e mantendo-a dormente.

2.4.3 Métodos de quebra de dormência

2.4.3.1 Dormência tegumentar ou exógena

- a) Acidificação

As sementes são embebidas em ácido sulfúrico a uma temperatura de 19°C a 25°C por um certo tempo, dependendo da variedade, depois enxaguadas em água

corrente e deixadas para germinar;

b) Imersão em água

Imersão em água quente: A imersão em água quente é um método eficaz para superar a dormência do tegumento em algumas espécies florestais. A água é aquecida a uma temperatura inicial, que varia de espécie para espécie, e dependendo de cada espécie, as sementes são imersas nela e mantidas por diferentes períodos de tempo;

Imersas em água fria: as sementes de algumas espécies são difíceis de germinar, mas não fique dormente. Simplesmente submergir as sementes em água por 24 horas à temperatura ambiente (25°C) elimina o problema muitas vezes causado pelo armazenamento prolongado, que faz com que as sementes sequem excessivamente, impedindo que absorvam água e iniciem o processo de germinação;

c) Escarificação mecânica

Este método tem se mostrado muito eficaz na superação da dormência em algumas espécies florestais, principalmente leguminosas. O processo consiste basicamente em lixar as sementes por meio de um cilindro giratório, forrado com lixa, que irá desgastar suas cascas externas, dando condições para que absorvam a umidade e iniciem o processo de germinação; para obter resultados positivos durante o uso, alguns cuidados como o tempo de exposição das sementes à scarificação e a pureza do lote são necessários, pois sementes com impurezas podem afetar a eficiência do tratamento.

2.4.3.2 Dormência embrionária ou endógena

a) Estratificação a frio

As sementes de algumas espécies florestais apresentam embrião imaturo, que não germina em condições ambientais favoráveis, necessitando de estratificação para completar seu desenvolvimento. Para a estratificação, o meio em que as sementes serão colocadas deve apresentar boa retenção de umidade e ser isento de fungos. Normalmente utiliza-se areia bem lavada que apresente grãos em torno de 2,0 mm de diâmetro (média) para facilitar a posterior separação das sementes por peneiragem.

O recipiente em que será colocado o meio, deve permitir boa drenagem evitando-se a acumulação de água no fundo o que causa o apodrecimento das sementes.

A temperatura requerida para a estratificação a frio está entre 2°C e 4°C, que pode ser obtida em uma geladeira ou câmara fria. As sementes são colocadas entre duas camadas de areia com 5 cm de espessura. O período de estratificação varia de 15 dias para algumas espécies, até 6 meses para outras. Uma vez encerrado o período de estratificação, as sementes devem ser semeadas imediatamente, pois se forem secas poderão ser induzidas à dormência secundária.

b) Estratificação quente e fria

A maturação dos frutos de algumas espécies ocorre no final do verão e início do outono, com temperaturas ambientais mais baixas. A estratificação quente e fria visa reproduzir as condições ambientais ocorridas por ocasião da maturação dos frutos.

O procedimento é exatamente o mesmo descrito para a estratificação a frio, alterando-se temperaturas altas (25°C por 16 horas e 15°C por 8 horas) por um período, e temperaturas baixas (2°C a 4°C) por outro período. Dormência combinada algumas espécies apresentam sementes com dormência tegumentar e embrionária. Nestes casos, submete-se a semente inicialmente ao tratamento de superação da dormência tegumentar, e a seguir, para superar a dormência embrionária. Em alguns casos, apenas a estratificação a frio é suficiente para superação de ambas.

3. EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DAS SEMENTES ANTES DA ESTRATIFICAÇÃO COM ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A ACELERAÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL.

3.1 TRATAMENTO ALTERNATIVO COM USO DE ÓLEO ESSENCIAL

Durante a Segunda Guerra Mundial, a destruição ou interrupção do cultivo em larga escala de plantas usadas como pesticidas naturais levou à busca de alternativas aos pesticidas naturais. Assim começou a fase de produtos sintéticos para controle fitossanitário, substituindo completamente os defensivos naturais. Atualmente, as crescentes preocupações com o meio ambiente e a segurança no manuseio de sementes tratadas têm aumentado a necessidade de tecnologias que possam reduzir os riscos sem comprometer a qualidade das sementes (SIMÕES; SPITIZER, 2000; AFLATUNI, 2005).

O uso abusivo de produtos químicos utilizados no tratamento de sementes não só polui o meio ambiente e traz riscos à sociedade, mas também leva ao fracasso da prevenção e controle devido ao surgimento de microrganismos resistentes. O uso de óleos essenciais na agricultura ainda requer muitas pesquisas, mas refletem preocupações ambientais e de saúde pública, e seu uso no tratamento de sementes parece ser uma alternativa ao uso de produtos químicos sintéticos (GONÇALVES; MATTOS; MORAIS, 2009).

Os óleos essenciais são extraídos de plantas por tecnologia de arraste a vapor e possuem uma ampla gama de aplicações industriais. São compostos principalmente por monoterpenos e sesquiterpenos e fenilpropanos, e esses metabólitos secundários possuem propriedades organolépticas e podem ser utilizados na produção de diversos produtos, inclusive farmacêuticos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; QUEIROGA et al., 2012).

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas e muitas vezes odoríferas. Por isso, eles são chamados de óleos essenciais, óleos etéreos ou essências. Essas denominações derivam de algumas de suas propriedades físico-químicas, por exemplo, geralmente são líquidos oleosos à temperatura ambiente, daí o nome óleo (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

Sua principal característica é a volatilidade, por isso difere dos óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas, geralmente obtidas a partir de oleaginosas. Outra característica importante é que os óleos mais voláteis possuem aroma agradável e intenso, por isso são chamados de fragrâncias (BIASI; DESCHAMPS, 2009). Eles são solúveis em solventes orgânicos não polares, como éter dietílico, daí o nome óleos de éter. Em água, os óleos voláteis apresentam solubilidade limitada (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

Os principais usos dos óleos essenciais na agricultura são para controle de pragas, repelentes de insetos, indução de resistência de plantas e propriedades herbicidas para inibir a germinação de sementes de plantas daninhas (BIASI; DESCHAMPS, 2009). Vários autores demonstraram a eficácia do uso de óleos essenciais no tratamento de sementes contra patógenos de plantas, por exemplo, os óleos essenciais de eucalipto, capim limão e tomilho apresentaram redução da incidência de *Fusarium* sp. e *Aspergillus* spp. na semente e plântula de milho.

Hillen et al. (2012) avaliaram o efeito dos óleos essenciais de *Eremanthus erythropappus* (candeia), *Cymbopogon martinii* (palmarosa) e *Rosmarinus officinalis*

(alecrim) no crescimento micelial de alguns fungos fitopatogênicos no tratamento de sementes de milho, soja e feijão. A aplicação do óleo essencial na semente foi por fumigação. O óleo essencial de alecrim, candeia e palma-rosa inibiram distintamente o crescimento micelial *alternaria* sp. e *Rhizoctonia solani*, sendo que a maior inibição micelial foi obtida com o óleo essencial de *Cymbopogon martinii* (palmarosa), concluindo que os óleos influenciaram a germinação das sementes de milho, soja e feijão.

Em um estudo de Gonçalves, Mattos e Morais (2009), eles mostraram que o óleo essencial de gengibre reduziu a incidência de *Cladosporium*, *Rhizopus* e *Fusarium* em 75%. em comparação com as testemunhas. Concluiu-se que a concentração de 20% de óleo essencial de gengibre (gengibre) apresentou atividade positiva no controle de *Cladosporium* e *Rhizopus*. e *Fusarium* em sementes de soja.

As propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais são devidas às suas propriedades lipídicas (BAKKALIA et al., 2008). A hidrofobicidade dos óleos essenciais permite que o óleo interaja com os lipídios da membrana celular, interferindo em sua permeabilidade e causando alterações em sua estrutura. Por microscopia eletrônica de varredura, observou-se que as paredes, membranas e organelas do fungo *Aspergillus niger* exibiram danos severos quando expostas a concentrações inibitórias mínimas dos óleos essenciais de tomilho e tomilho x-porlock. Os micélios patogênicos apresentam alterações morfológicas nas hifas, rompimento e interrupção da membrana plasmática e mitocôndrias (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

É importante ressaltar que embora o uso de óleos essenciais tenha um papel importante na agricultura sustentável, esses compostos vegetais (especialmente monoterpenos e sesquiterpenos) interferem nos processos fisiológicos das plantas e podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento das plântulas. Porque esses parâmetros devem ser avaliados? Esses parâmetros conferem boas taxas de germinação às sementes quando colocadas no campo (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

Bonna (2012) atribuiu o mecanismo de ação dos óleos essenciais ao número e variedade de compostos presentes, dificultando a determinação do mecanismo de ação específico para a atividade antimicrobiana. Os óleos essenciais podem exercer efeitos antibacterianos, afetando a estrutura da parede celular dos microrganismos, desnaturando e coagulando proteínas. Podem também alterar a permeabilidade da membrana plasmática causando a interrupção de processos vitais, como transporte de elétrons, fosforização e outras reações resultando em perda do controle

quimiosmótico, levando a morte celular.

3.1.1 A espécie *Trattinnickia rhoifolia*

De acordo com o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009), a espécie *Trattinnickia rhoifolia* obedece a seguinte classificação:

Tabela 1 – Hierarquia taxonômica da espécie vegetal *T. rhoifolia*

Grupo	<i>Angiospermae</i>
Clado	<i>Malvide</i>
Ordem	<i>Sapindales</i>
Família	<i>Burseraceae Kunth</i>
Gênero	<i>Trattinnickia Willd.</i>
Espécie	<i>T. rhoifolia</i>

Fonte: arquivo pessoal

É nativa do Brasil, não é endêmica do Brasil e possui domínio fitogeográfico na Amazônia (DALY, 2015).

Figura 2– *Trattinnickia rhoifolia* Willd (Breu-Branco)



Fonte: SANTOS,2018

A *Trattinnickia rhoifolia* (Figura 2) é comumente conhecida no Brasil como Breu-

manga, breu-sucuruba-branco e amescla (CONDÉ; TONINI, 2013; KUNZ et al, 2008; SILVA STANGERLIN; PARIZ, 2016), e segundo a crença popular possui uma variedade de resinas a ela atribuíveis propriedades medicinais, enriquecidas com óleos essenciais desta planta, como no tratamento de lacerações cutâneas e infecções gastrointestinais (DELGADO et al, 1995).

3.1.2 A Espécie *Mansoa alliacea*

Mansoa alliacea (Figura 3), comumente conhecida como cipó-alho ou alho-da-mata, é uma planta medicinal da família Bigoniaceae nativa da bacia amazônica, um arbusto semiescalador cujas partes da planta cheiram a alho.

Figura 3 - *Mansoa alliacea* (cipó-alho)



Fonte: arquivo pessoal, 2020

Ocorre em terras secas, com áreas sombreadas de capoeira e floresta primária, e nos trópicos, a precipitação é de 1.800-3.500 mm/ano e as temperaturas estão entre 20°C-30°C (Ferreira; Gonçalves, 2007). Os constituintes químicos dos extratos orgânicos de videira de alho incluem alcanos, alcanóis, triterpenóides, flavonóides, derivados de lappaol e derivados de aliina sulfurada (ZOGHBI et al., 2008).

4. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS, MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DO CAMPO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos no período de janeiro de 2020 a novembro 2021. A montagem do experimento para a avaliação da germinação etapas de produção de mudas de castanheira foram realizados na sede da Embrapa Roraima, localizada na BR 174 km 08 (02°45'27" N, 60°43'52" W), no município de Boa Vista-RR, utilizando as estruturas de laboratório, casa de vegetação e viveiro da empresa. Os experimentos com os extratos vegetais como a extração dos óleos essenciais e o processo de estratificação foram realizados no laboratório de produtos naturais do Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima - UFRR.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, envolvendo tratamentos de sementes com óleos essenciais comparados com um produto químico frequentemente usado no tratamento de sementes de castanheira-do-brasil, todos comparados com a testemunha.

Os tratamentos foram os seguintes:

T1 – *Mansoa aliacea*, 1%;

T2 – *Mansoa aliacea*, 0,6 %;

T3 – *Mansoa aliacea*, 0,4 %;

T4 – *Trattinnickia rhoifolia*, 1%;

T5 – *Trattinnickia rhoifolia*, 0,6%;

T6 – *Trattinnickia rhoifolia*, 0,4%;

T7 – Derosal Plus (carbendazim + tiram (controle));

T8 – Testemunha;

As sementes foram semeadas em sementeiras dispostas no galpão do viveiro da EMBRAPA-RR, com espaçamento de 0,5 cm entre sementes.

4.3 PREPARO DAS CASTANHAS

Os ouriços foram pré-selecionados no campo experimental e os frutos com bom

aspecto foram coletados, quebrados e as sementes transportadas até a Universidade Federal de Roraima-UFRR (Figura 4A), em junho/2020, devido a pandemia e a restrição do acesso a EMBRAPA, /RR. Elas foram limpas e selecionadas novamente, descartando as sementes com fissuras e rachaduras. Durante a lavagem em água corrente (Figura 4B) foi realizada outra seleção, as sementes que boiaram eram analisadas pelo peso, as muito leves (chochas) descartadas.

Figura 4A – Recebimento das Sementes



Figura 4B- lavagem das sementes



Fonte: arquivo pessoal, 2020

4.4 COLETA DE PLANTAS MEDICINAIS E PREPARAÇÃO DO MATERIAL VEGETAL PARA ANÁLISE

A coleta das plantas medicinais foi realizada conforme descrito por Martins et al., (2000) e Matos (1998), sendo realizada no início da manhã com tempo seco, coletando-se aproximadamente 2 kg de folhas. A coleta da *Mansoa Alliacea* foi realizada no município de Boa Vista/RR, *Trattinnickia Rhoifolia* foi coletada no município de Rorainópolis/RR. Após a coleta, as amostras das plantas, folhas e ramos, foram transportadas para o laboratório de produtos naturais da UFRR. Antes da secagem o material coletado foi higienizado, as folhas foram limpas com pano embebido em água morna, já a casca do caule foi lavada e posteriormente seca com papel toalha. O material coletado foi pesado para a obtenção da massa inicial, e em seguida seco em estufa a 40°C, até biomassa constante, para estabilização dos compostos e retirada da umidade (KOROLKOVAS et al., 1988), evitando desta forma a oxidação, redução de rearranjos moleculares, hidrólises e remoção ou adição de radicais, que implicam alterações dos princípios ativos.

4.5 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

As folhas e inflorescências frescas de *Mansoa aliacea* (Cipó alho) e a resina da *Trattinnickia rhoifolia* Willd (breu-branco), praticamente 200 g foram triturados e colocados em balão de vidro de 5 L, juntamente com 2,5 L de água destilada e extraídos pelo método de hidrodestilação (Figura 5) (MATOS, 1999). Neste método o material vegetal é imerso em água sob aquecimento até a temperatura de 100 °C, resultando na formação de vapores que arrastam os compostos mais voláteis. A mistura de vapor e soluto passa por um condensador e, após a condensação, os compostos separam-se da fase aquosa por decantação (BIASI e DESCHAMPS, 2009; MEZZOMO, 2008; RAGGI, 2008).

Após a extração com o vapor d'água, que durou aproximadamente 4 horas, a mistura (água+óleo) contida no doseador foi separada utilizando-se um funil de separação. A fase orgânica foi seca com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e filtrada. O rendimento do óleo coletado foi de 0,5% de *Mansoa aliacea* (Cipó alho) e 0,4% *Trattinnickia rhoifolia* Willd (breu-branco), o cálculo foi realizado através da relação do volume de óleo volátil recolhido do aparelho de Clevenger com a massa de material vegetal utilizada na extração. O óleo foi mantido num ambiente refrigerado a temperatura de 5 ° C.

Figura 5 – Extração do óleo essencial

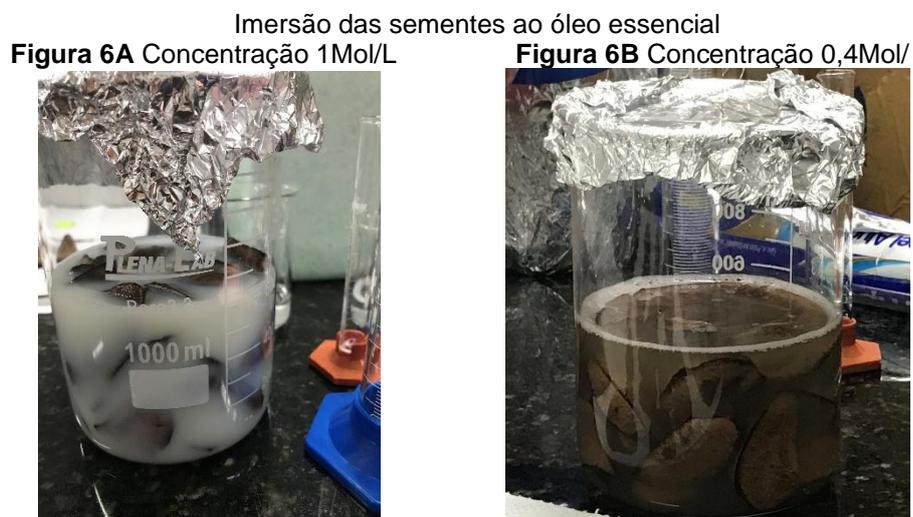


Fonte: arquivo pessoal, 2020

4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os testes para avaliação do efeito dos óleos essenciais nas sementes de castanha foram desenvolvidos no Laboratório de Produtos naturais da Universidade Federal de Roraima – UFRR no mês de junho de 2020, durante o período de estratificação, e no Galpão do Viveiro da EMBRAPA-RR no mês de janeiro de 2021 para semeadura e análise da germinação. Os óleos essenciais utilizados nas formulações foram obtidos das folhas frescas de *Mansoa aliacea* (Cipó alho) e *Trattinnickia rhoifolia* Willd (breu-branco). As soluções para a realização dos testes foram preparadas com 1%, 0,6% e 0,4% de cada óleo essencial, empregando 1% de propilenoglicol como agente solubilizante. O excipiente utilizado foi o **hidrolato**, o uso deste foi uma adaptação para a pesquisa, em vista que a castanha possui o tegumento muito espesso, se optou por fazer uso do subproduto do óleo com o objetivo de otimizar os resultados, totalizando 500ml de solução para cada 20 sementes.

Para o tratamento das sementes o método empregado foi a imersão seguindo a metodologia empregada por Pedrozo et al., (2018) na aplicação do fungicida (Derosal plus) (Figura 6), as sementes foram imersas na solução por **30 minutos**, o tempo foi adaptado com o objetivo de obter melhores resultados para a pesquisa, em vista que a castanha possui o tegumento muito espesso.



Fonte: arquivo pessoal, 2020

Após passado os 30 minutos as sementes são distribuídas sobre papel para secarem naturalmente. O processo de secagem (Figura 7) dura em torno de 1h, passado esse tempo essas estão prontas para serem estratificadas.

Figura 7 – Secagem das sementes

Fonte: arquivo pessoal, 2020

4.6.1 Estratificação

A estratificação seguiu a metodologia descrita por Pedrozo et al., (2018). Deste modo foi feita em areia úmida esterilizada com água morna em caixa de isopor de 50L. Sendo deposta em camadas, uma de areia e uma de semente, as sementes foram posicionadas deitadas (Figura 8). As caixas foram posicionadas em local fresco e coberto, semanalmente era feita a manutenção da umidade das caixas sempre que necessário. As sementes podem ser estratificadas por até seis meses.

Figura 8 – Processo de estratificação

Fonte: arquivo pessoal, 2020

4.6.2 Semeadura

4.6.2.1 Preparo do Substrato

Para a semeadura o substrato é composto pela mistura de areia e serragem curtida na proporção de 1:1, que foi solarizado pôr no mínimo 3 dias. O substrato foi posto em sementeiras para posterior semeadura (PEDROZO et al., 2018).

Figura 9 – Preparo do substrato para semeadura



Fonte: arquivo pessoal, 2020

4.6.2.2 Retirada do Tegumento

Na semeadura, as sementes são retiradas da caixa, lavadas em água corrente e tratadas com solução comercial de hipoclorito de sódio (proporção 1:10 volume de hipoclorito de sódio comercial e água) por 20 minutos. Para facilitar a retirada do tegumento as sementes são postas de molho em água por 48 h, com troca a cada 12h para posteriormente retirar a casca. Com auxílio de uma prensa (Figura 9A) as bordas são quebradas e com uma faca (Figura 9A) o restante do tegumento é retirado (PEDROZO et al., 2018).

Figura 10A – Retirada do tegumento com a prensa **Figura 10B** – Retirada do tegumento com a faca



Fonte: arquivo pessoal, 2020

Como o objetivo deste experimento é a análise do potencial de aceleração e uniformização da germinação dos óleos essenciais nas amêndoas da castanheira-do-brasil, não houve a necessidade do tratamento com o fungicida (Derosal plus), pois o tratamento feito antes da estratificação com os distintos óleos essenciais deve agir da mesma forma que este e ainda influenciar na germinação. Desta forma, a semeadura foi realizada assim que se concluiu a retirada do tegumento, sendo que apenas o controle recebeu o tratamento com o Derosal plus.

O tratamento com o fungicida foi feito de acordo com a metodologia de Pedrozo et al., (2018). As sementes com trincas e cortes profundos foram descartadas e as demais são tratadas com fungicida a base de carbendazim + tiram (Derosal plus) (Figura 11A) por 10 minutos, utilizando-se 2,0 mL do produto para cada litro de água. Em seguida as sementes são postas para secar à sombra sob papel jornal (Figura, 11B) por aproximadamente 1 hora.

Figura 11A – Imersão e Derosal**Figura 11B – Secagem das Sementes**

Fonte: arquivo pessoal, 2020

Dito isto é importante frisar que a retirada do tegumento foi feita por tratamento, para que não houvesse contaminação das amêndoas e para que essas não ficassem secas durante o processo de retirada do tegumento, é muito importante manter a umidade da semente durante todo o processo.

4.6.2.3 Semeadura

A semeadura foi realizada no dia 08 de fevereiro de 2021 seguindo a metodologia de Muller e Calzavara (1989). O processo de semeadura é uma etapa muito importante, pois se deve atentar para a profundidade e posição da semente. O polo radicular deve ser voltado para baixo, sendo esse a parte mais grossa da amêndoa, e o polo caulinar a uma profundidade de 1 cm da superfície do substrato. Quando existir dúvida com relação aos polos deve-se realizar verificações nas sementes de modo a monitorar o polo radicular que foi semeado ao contrário. A primeira rega deve ser feita logo após a semeadura, devendo ser repetida a cada dois dias ou sempre que necessário. Após 10 dias o processo de germinação deve se iniciar, devendo após 80 dias ter de alcançar uma média de 70% de germinação.

Figura 12 – Sementeiras

Fonte: arquivo pessoal, 2020

As avaliações ocorreram a cada dois dias do 1º ao 140º dia após a semeadura, quando foram computadas as plântulas normais, ou seja, aquelas cujo hipocótilo se encontrava acima da superfície do substrato conforme as recomendações de Regras para análises de sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico foi o em blocos ao acaso. A germinação das sementes foi monitorada diariamente e o número de sementes germinadas em cada parcela foi registrado para cálculo do tempo médio e uniformidade de germinação.

O tempo médio de germinação (T_m) é calculado de acordo com a fórmula proposta por Edwards (1934), que segundo Silva e Nakagawa (1995) é chamada de índice de Edmond e Drapala. O índice representa a média ponderada do tempo necessário para germinação, tendo como fator de ponderação a germinação diária, e sua fórmula de cálculo é:

$$T_m = \frac{G_1T_1 + G_2T_2 + \dots + G_nT_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

Onde:

T_m é o tempo médio necessário para atingir a germinação máxima;

G_1 , G_2 e G_n são os números de sementes germinadas no tempo T_1 , T_2 e T_n , respectivamente.

O coeficiente de uniformidade de germinação (CUG) foi calculado de acordo com a fórmula apresentada por Heydecker (1973):

$$CUG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_nT_n}{(T_1 - T_m)^2G_1 + (T_2 - T_m)^2G_2 + \dots + (T_n - T_m)^2G_n}$$

Onde:

G_1 , G_2 e G_n , são os números de sementes germinadas nos tempos T_1 , T_2 e T_n .

T_m é o tempo médio de germinação.

Como esse índice é obtido pela multiplicação do recíproco da variância do tempo que uma única semente leva para germinar e o tempo médio de germinação, pelo número total de sementes germinadas, quanto maior o seu valor, maior a uniformidade (Heydecker, 1973).

O cálculo da porcentagem de germinação seguiu modelo proposto por Laboriau e Valadares (1976):

$$G (\%) = N * \frac{100}{A}, \text{ em que}$$

N = número de sementes germinadas.

A = número total de sementes colocadas para germinar.

Paralelamente ao teste de emergência de plântulas foi determinado o índice de Velocidade de Emergência para cada tratamento, somando-se o número de plântulas emergidas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias transcorridos, partindo da sementeira (NAKAGAWA, 1999), dados que geraram um índice de vigor, conforme proposto por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N1:n = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ...,n; e

D = dias para as plântulas emergirem.

As análises foram feitas para comparação do tempo inicial (t_i), final (t_f) e médio de germinação (t_m); germinação (G); velocidade média (V) (LABOURIAU, 1983); Velocidade de germinação (VE) (LABOURIAU & VALADARES, 1976); coeficiente de variação do tempo (CVt) (RANAL & SANTANA, 2006).

O tempo inicial consistiu no dia em que a primeira semente da parcela germinou e, o tempo final, o dia da última germinação. O tempo médio de germinação (t) foi calculado pela fórmula:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Onde é o tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação; n_i é o número de sementes germinadas no tempo i (não acumulado); e k a última germinação.

O coeficiente de variação do tempo (CV_t), proposto por RANAL & SANTANA (2006), foi calculado pela expressão $CV_t = (S_t / t_m) 100$; onde S_t é o desvio padrão do tempo e t_m o tempo médio de germinação. Utilizou-se da expressão ($V_m = 1/T_m$), para cálculo da velocidade média e $VE = \sum_{tm=1}^k n_i / t_i$ para a velocidade de germinação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) após o atendimento das pressuposições do modelo pelos testes de Shapiro-Wilk, para normalidade dos resíduos, e de Levene, para homogeneidade das variâncias, ambos a 1% de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade por meio do software estatístico Sisvar.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação de sementes de *Bertholletia excelsa* teve início a partir do 11 dia após a instalação dos tratamentos, com a emissão do botão germinativo, sendo bastante lenta e desuniforme, o que reforça os comentários de CORDEIRO et al (2016).

Tabela 2 -Relação das medias Relacionadas ao Tempo de Germinação

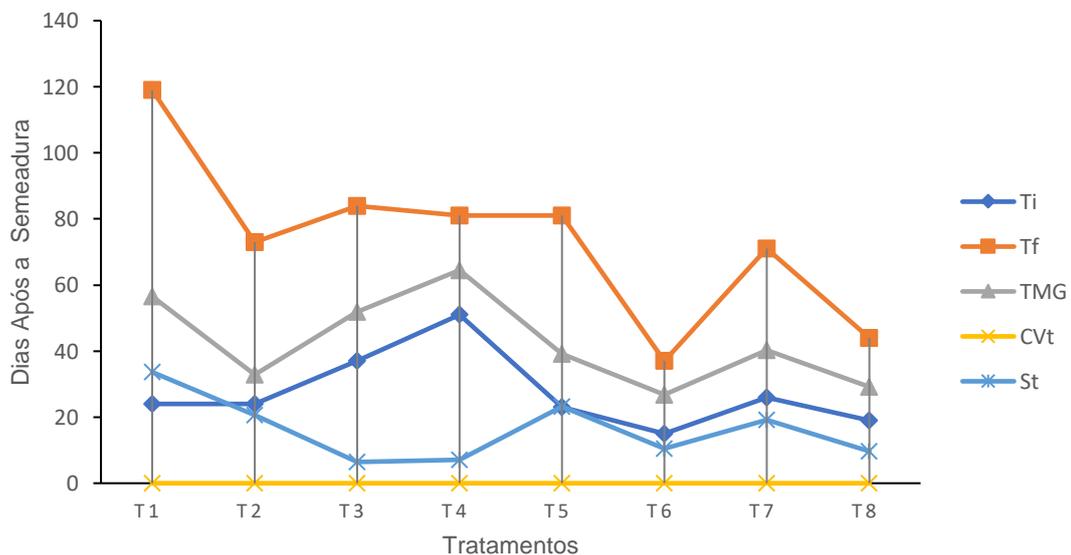
Tratamento	Ti	Tf	TMG	CVt	St
T1	24a	119a	56,5ab	0.5a	33,65a
T2	24a	73a	32,9b	0.75a	20,65a
T3	37ba	84a	51,9ab	0a	6,43a
T4	51b	81a	70,5a	0a	7,07a
T5	23a	81a	39,1ab	0.5a	23,20a
T6	15a	37a	26,8a	0.25a	10,50a
T7	26a	71a	40,2ab	0.5a	19,15a
T8	19a	44a	29,1b	0a	9,64a
CV (%) =	37.83	54,17	37,83	141,82	82,3

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Variedades analisadas: tempo da primeira germinação (ti); tempo da Última germinação; Germinação (G(%)); tempo médio para a germinação (TMG); Coeficiente de variação do tempo (CVt); Desvio padrão (St).

De acordo com a análise na Tabela 2, apenas as variáveis tempo inicial e o tempo médio de germinação apresentaram uma diferença significativa. O início da germinação das sementes no tratamento T4 ocorreu de forma bastante tardia quando comparado com os demais tratamentos. O coeficiente de variação do tempo, mede o grau de dispersão da germinação ao redor do tempo médio (RANAL E SANTANA, 2006). Este foi baixo em todos os tratamentos, ou seja, as germinações se encontram distantes umas das outras.

Para o tempo médio ocorreu diferenças significativas, ou seja, dentre os diferentes tratamentos há diferenciação nas médias obtidas.

Gráfico 1- Dias após a semeadura da castanha-do-brasil submetida a diferentes tratamentos.



O Gráfico 1 ilustra os tratamentos onde é possível observar o comportamento dos coeficientes em função do tempo, destacando-se dos demais o coeficiente do tempo final (t_f), sendo esse similar para os tratamentos T3, T4, T5 e superior aos demais o T1, ou seja, embora o coeficiente de variação do tempo tenha mostrado medias baixas ainda ouve uma elevação do tempo germinativo.

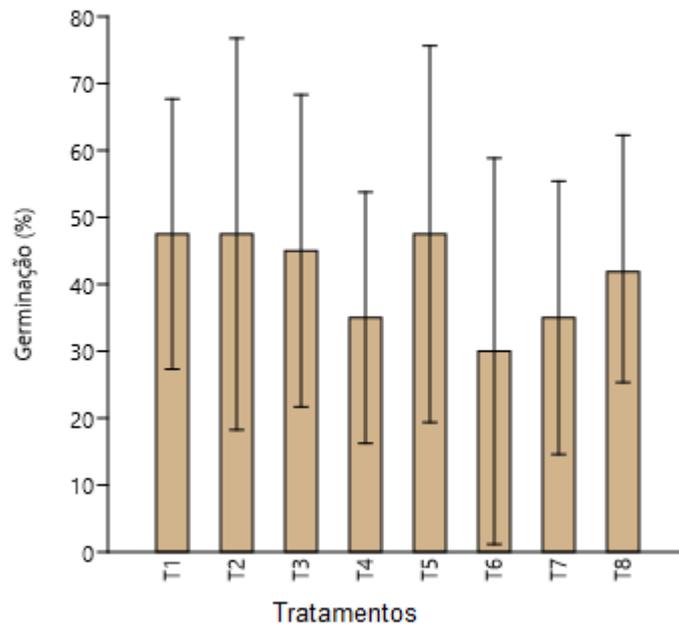
Tabela 3 – Dados médios do teste de germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de germinação (TMG), coeficiente de uniformidade (CUG).

Tratamento	G (%)	TMG	VMG	CUG	IVG	VG
T1	67a	56,5800 ab	0,058428a	0,0050a	0,1811a	68a
T2	67a	32,9475 b	0,036093a	0,0007a	0,1619ab	41ab
T3	65a	51,9400 ab	0,020678a	0,0067a	0,0893ab	26ab
T4	55a	64,5625 a	0,017858a	0,0185a	0,0591ab	32ab
T5	67a	39,1500 ab	0,025600a	0,0082a	0,1702a	30ab
T6	50a	26,8125 b	0,022435a	0,0060a	0,0249b	22ab
T7	55a	40,2550 ab	0,026718a	0,0250a	0,1618ab	30ab
T8	45a	29,1450 b	0,037860a	0,0045a	0,1302ab	11b
Média	45,62	42,67406	0,0307084	0,00934	0,11709	32,45
CV (%)	27,61	30,42	204,92	49,45	49,45	70,22

Médias seguidas de letras distintas diferem entre sí pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Na avaliação do IVG (Índice de Velocidade de Germinação) o tratamento T1 e T5 mostraram diferenças significativas em relação aos demais (Tabela 3). No entanto, para T1, observou-se o maior valor de VG. Segundo Edmond & Drapala (1958), quanto menor o valor derivado da fórmula da taxa de germinação ou emergência, maior o potencial fisiológico da semente. Considerando que a VG se baseia no princípio de que quanto mais rápido as sementes germinam, maior o vigor, podemos inferir que o T4 é o tratamento de maior vigor. No entanto, Brown e Mayer (1986) relataram que o IVG nem sempre foi capaz de identificar diferenças entre lotes ou tratamentos, o que poderia resultar em amostras de sementes com comportamentos diferentes apresentando valores semelhantes em termos de viabilidade, como no T1 (Tabela 2), eventualmente o t_f é o mais alto, bem como O índice de velocidade de germinação superior diferindo significativamente dos demais substratos estudados (Tabela 3).

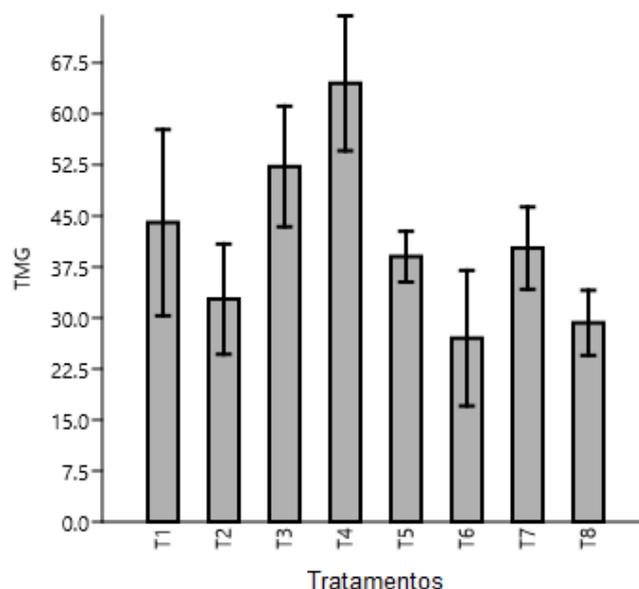
Gráfico 2 – Porcentagem total de sementes de castanha-do-brasil a partir do 11º dia



O índice de velocidade de Germinação (IVG) de sementes de castanheira apresentou valores maiores significativos nos tratamentos T5 e T1, valendo destacar que o T6 demonstrou maior uniformidade na germinação.

No entanto os tratamentos T4 e T6 obtiveram valores percentuais de sementes germinadas inferiores ao tratamento T7 (controle) e T8 (sem tratamento), devido a maior quantidade de sementes deterioradas.

A comparação entre as médias de sementes germinadas, para os tratamentos empregados, mostrou que a maior. porcentagem de germinação foi obtido, no T1, T2 e T5. Esses tratamentos, no entanto, se diferiram significativamente no índice de velocidade de germinação (IVG).

Gráfico 3 – Tempo Médio de Germinação de sementes de castanheira (*B. excelsa*) nos diferentes tipos de tratamentos.

Segundo Pinheiro e Albuquerque (1968), as sementes desta espécie levam de 12 a 18 meses para germinar em condições normais, porém, quando Müller e Freire (1979) utilizaram sementes sem tegumento, previamente tratadas com acetato fenilmercúrico, essas germinaram 20 dias após o plantio. Esses dados corroboram os encontrados neste estudo e, diante disso, pode-se levantar a hipótese de que pode haver alguma resistência mecânica no tegumento lenhoso da semente, impedindo a emissão da radícula e do caulículo, retardando o processo de emergência das sementes.

O processo de germinação das sementes de castanheira-do-brasil foi relativamente lento e desuniforme, fatos estes também observados por Cruz e Carvalho (2002) em *Couratari stellata* (Lecythidaceae). A germinação iniciou-se primeiramente no tratamento T6 (11^o dia) e posteriormente nos T1 e T4 (Gráfico 3).

Segundo Muller & Freire (1979), sementes de castanheira-do-brasil sem tegumento, previamente tratadas com acetato fenilmercúrico, apresentaram os primeiros sinais visíveis de germinação 20 dias após a semeadura e, ao final de 90 dias, a taxa média de germinação atinge 57,99%. Os resultados demonstram a eficiência do método de peeling com faca.

Quanto à aceleração das emergências, as perdas de sementes ainda são proeminentes por danos ao grão, e o processo é lento, apresentando risco de acidente para o operador. Logicamente, esses resultados trazem grandes expectativas para melhorar os sistemas de formação de plântulas, além de outros tratamentos utilizados para acelerar, aumentar e regular a germinação dessas sementes. Assim como os utilizados nesta pesquisa.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que:

- Os tratamentos T1, T2, T3 e T5 se mostraram superiores ao tratamento controle (T7);
- Os tratamentos T2 e T5 mostraram menor tempo médio de germinação em comparação com o T7 (controle), que se relacionada a primeira afirmativa leva a concluir que esses obtiveram maior percentual de germinação em menor tempo.
- O tratamento T8 (sem tratamento), embora tenha se diferido dos demais por

apresentar um valor baixo para o tempo médio de germinação, se torna inviável pelo seu baixo vigor germinativo.

Ou seja:

Os tratamentos T1, T2, e T5 tenham apresentado diferenças significativas em comparação aos demais, não foram capazes de acelerar e unificar germinação de sementes de castanheira-do-brasil. No entanto esses se mostram bastante promissores para a substituição do tratamento com o fungicida Derosal (T7), logo esse podem ser recomendados para esse fim.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Teresinha Costa Silveira; EVANGELISTA, Tennyson Costa; DE ALBUQUERQUE NETO, Antonio Antero Ribeiro. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 440-445, 2016.

ALVES, João Carlos Pereira. Aspectos mercadológicos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no estado de Minas Gerais, Brasil. 2013. (Especialização) em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2013.

ANGELO, Humberto et al. O custo social do desmatamento da Amazônia brasileira: o caso da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 183-191, 2013.

APIZ. **Associação do povo indígena Zoró**. In: Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha do Brasil. 2ª edição. Cuiabá – Mato Grosso. Defanti Editora, 2009.

BALZON, Dalvo Ramires; DA SILVA, João Carlos Garzel Leodoro; DOS SANTOS, Anadalvo Juazeiro. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros análise retrospectiva. **Floresta**, v. 34, n. 3, 2004.

BARBOSA, Ana Paula et al. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 42-61, 2010.

BARBOSA, Marcelo Augusto Mendes; MORET, Artur de souza. A renda nas reservas extrativistas: situação da cadeia produtiva da castanha do Brasil. **Revista Saber Científico**, v. 5, n. 2, p. 18-29, 2016.

BAYMA, M. M. A., F. W. MALVAZI, C. P. SÁ, F. L. FONSECA, E. P. ANDRADE & L. H. O. WADT, 2014. Aspectos da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no estado do Acre, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**

9(2): 417-426.

BAYMA M.M.A.O, SANTOS J.C, PIKETTY M.G. **Análise comparativa entre os sistemas de produção extrativista tradicional e tecnificado de castanha do Brasil ocorrente na região do alto ACRE - AC.** In: Anais do 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; 2009; Porto Alegre. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; 2009. p. 8.

BONJOVANI, M.R.; BARBEDO, C.J. **Sementes recalcitrantes:** intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero. *Revista Brasileira de Botânica*, v.31, p.345-356. 2008.

BORGES, Felipe Assis et al. Tamanho da amostra para estimar produção de sementes de castanheiras nativas. **Nativa**, v. 4, n. 3, 2016.

BRAGA, Eneide Taumaturgo Macambira. Diversidade morfológica e produção de *Bertholletia excelsa* HBK (Lecythidaceae) no sudeste do estado do Acre-Brasil. (2007). 60 f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC. 2007.

BRAGA, Pedro Ivo Soares. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta amazonica**, v. 9, n. 4, p. 53-80, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto - lei n. 51.209 de 1961. **Decreto que determina a alteração da denominação de “castanha-do-pará” para “Castanha-do- Brasil”.** Diário Oficial. Brasília, DF. Março de 1961.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Normas Florestais Federais para a Amazônia – Brasília: IBAMA / Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas, 2007, p. 176.

CAMARGO, I.P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.).** 1997. 126p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAMPO/PAS, **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da castanha do Brasil.**Série Qualidade e Segurança dos Alimentos. Brasília, DF: Campo PAS, 2004

CAMPOS, Alcinéia Miranda et al. Fenologia reprodutiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em floresta de terra firme em Mazagão, Amapá. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2013.

CAVALCANTE FCS. **A polícia ambiental na Amazônia:** um estudo sobre as reservas extrativistas. [tese]. Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas; 2002.

CAVALCANTI, TB; KAGEYAMA, PY Conservação de recursos genéticos florestais: estratégias e parâmetros genéticos e ecológicos para a conservação in situ de recursos genéticos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 1997.

CLEMENT, Charles R.; MÜLLER, Carlos Hans; FLORES, Wanders B. Chavez. Recursos genéticos de espécies frutíferas nativas da Amazônia Brasileira. **Acta amazonica**, v. 12, n. 4, p. 677-695, 1982.

COELHO, RTP et al. Lecythidaceae A. Rich. na carpoteca do Herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental), Belém, Pará, Brasil (parte I). In: **Embrapa Amazônia Oriental Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 67., 2016, Vitória, ES. Conectando diversidades, revelando o desconhecido: resumos. Brasília, DF: Sociedade Botânica do Brasil, 2016.

COMEX DO BRASIL. (2017). **Exportações de castanhas nativas podem passar de US\$ 200 milhões para US\$ 1 bilhão em 10 anos**. Disponível em: <https://www.comexdobrasil.com/exportacoes-de-castanhas-nativas-podem-passar-de-us-200-milhoes-para-us-1-bilhao-em-10-anos/>. Acesso em: 26 de novembro de 2021.

CONDÉ, Tiago Monteiro et al. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Agro@mbiente**. Online, v. 7, n. 1, p. 18-27, 2013.

CYMERYS, M.; WADT, L.; KAINER, K.; ARGOLO, V. Castanheira: *Bertholletia excelsa* H & B. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, 2005. p. 61-74.

DINIZ, T. D. de A. S. & BASTOS, T. X. - **Contribuição ao conhecimento do clima típico da Castanha do Brasil**. Boletim Técnico do IPEAN, Belém (64): 59-71, dez. 1974.

DONADIO, L. C. Frutas nativas potenciais. CAP. 1. IN: **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas** / editores técnicos, Ana Christina Sagebin Albuquerque, Aliomar Gabriel da Silva. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ENRÍQUEZ, Gonzalo. Amazônia–Rede de inovação de dermocosméticos Sub-rede de dermocosméticos na Amazônia a partir do uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-pará e dos óleos de andiroba e copaíba. **Parcerias Estratégicas**, v. 14, n. 28, p. 51-118, 2009.

ENRÍQUEZ, G.; SILVA, M.A.; CABRAL, E. **Biodiversidade da Amazônia: usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará**. Belém: NUMA; UFPA, 2003

FAZOLIN, M. et al. Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da Vaquinha-do-feijoeiro (*Cerotoma tingomarianus* Bechyné). **Embrapa Acre-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2002.

FEARNSIDE, Philip M. Desmatamento e desenvolvimento agrícola na Amazônia brasileira. **Amazônia: a fronteira agrícola**, v. 20, p. 207, 1992.

FERREIRA, L., FARIAS, L., BATISTA, G., VIEIRA, A., MARINO, T. B., & MONTEIRO, R. C. A compreensão histórica e folclórica pela cartografia social: um estudo de caso do Município de Conceição do Araguaia-Pará. **Revista de Educação Técnica e Tecnológica em Ciências Agrícolas**, v. 8, n. 15, p. 143-165, 2017.

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, Eneide Taumaturgo Macambira Braga; WADT, LH de O.; MARTINS, K. Diversidade morfológica e produção de *Bertholletia excelsa* HBK (Lecythidaceae) no sudeste do Estado do Acre-Brasil. In: **Embrapa Acre-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. Ecologia no tempo de mudanças globais: anais. São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

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**. 23 (2-3): 191-198, 1993.

FIEDLER, N.C.; SOARES, T.S.; SILVA, G.F. **Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta**. Revista Ciências Exatas e Naturais 2008; 10(2):16.

FONSECA, A et al., 2018. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (setembro de 2018)** SAD (p. 1). Belém: Imazon.

FONSECA, A. et al., 2019. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (setembro 2019)** SAD (p. 1). Belém: Imazon.

GURGEL, E. S. C., SANTOS, J. U. M. D., & BASTOS, M. D. N. D. C. **Bertholletia excelsa Humboldt & Bonpland (Lecythidaceae):** aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula. Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat., Belém, v. 1, n. 2, p. 103-112, ago. 2006.

HERRAIZ, A. D. **Efeitos socioambientais das enchentes de 2013/14 do Rio Madeira no extrativismo da castanheira do Brasil (*Bertholletia Excelsa* H. & B) e da seringueira (*Hevea Brasiliensis* Müll. Arg.) na Reserva Lago do Capanã**

- Grande, Manicoré-AM.** (2016). 112 f. Dissertação (Mestrado) - INPA, Manaus, 2016
- HOMMA AKO. **Extrativismo vegetal ou plantio:** qual a opção para a Amazônia? *Estudos avançados* 2012;26(74): 167-186
- IVANOV, G.B. Influência de variáveis dendrométricas anatômicas e ambientais na produção de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* H.B.K.(2011). 93 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.
- IWAKIRI, Setsuo et al. Produção de painéis aglomerados com misturas de seis espécies de madeiras da Amazônia E *Pinus taeda*. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 259-267, 2016.
- KALIL FILHO, Antonio Nascim; KALIL, GP da C.; LUZ, Arnaldo Iran Reis. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da Amazonia brasileira para uso humano. **Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2000.** Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Comunicado Técnico - Embrapa. Dez, nº 50, págs. 1- 4.
- KAINER, K.A.; DURYEY, M.L.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, A.R. da; HARRISON, J. **Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management.** *Forest Ecology and Management*, v.116, p.207-217, 1999.
- KITAMURA, P. C.; MÜLLER, C. H. Castanhais nativos de Marabá-PA: fatores de depredação e bases para a sua preservação. Belém. EMBRAPA-CPATU, 1984. 32 p
- KRAG, Márcia Nágem et al. A Governança do Arranjo Produtivo Local da Castanha-do-Brasil na Região da Calha Norte, Pará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília , v. 55, n. 3, p. 589-608, Sept. 2017.
- MARTINS, L., SILVA, G., & SILVEIRA, B. C. **Produção e comercialização da castanha do brasil (*Bertholletia excelsa*, HBK) no Estado do Acre-Brasil, 1998-2006.** In: Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural. Anais. 2008.
- MAUÉS, M., KRUG, C., WADT, L., DRUMOND, P., CAVALCANTE, M., & dos SANTOS, A. C. S. **A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização.** 84 p. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.
- MAUÉS, M. M. 2002. **Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia.** In: Kevan, P; Imperatriz Fonseca, Y. L. (Eds.). Pollinating bee the conservation link between agriculture and nature. Ministério do Desenvolvimento. Brasília. p. 245-254.
- MELO, A. A. Produção e exportação da “Castanha-do-Brasil” (*Bertholletia excelsa*, Humb. e Bonp.) no Estado do Amazonas. 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). UFAM – Amazonas.

MORAES, V. H. de F. MULLER, C. H. **Influência da casca e da injeção de ácido giberélico na absorção de água pelas sementes da castanheira (*Bertholletia excelsa* H. B. K).** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1978. 7p. (EMBRAPA. CPATU, Comunicado Técnico. 2).

MORI, S. A.; PRANCE G.T. **Taxonomy, Ecology, and Economic Botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. and Bonpl.: Lecythidaceae).** Adv. Econ. Bot, v.8, p.130-50, 1990.

MORI, Scott A. A família da castanha-do-Pará: símbolo do Rio Negro. **Florestas do Rio Negro**, p. 118-141, 2001.

MORITIZ, A. **Estudos biológicos da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuário de Trópico Umido.** Documentos 29: 1–82. 1984.

MÜLLER, C. H.; CALZAVARA, B. B. G. Castanha-do-brasil. Embrapa Amazônia Oriental. Belém. EMBRAPA-CPATU, 1989.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J .E. U. de; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B. **A cultura da castanha-do-brasil.** Brasília, DF: Embrapa-SPI. 1995.65 p. (Embrapa - SPI. Coleção plantar, 23).

MULLER, Carlos Hans. Castanha-do-brasil: estudos agronômicos. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos** (INFOTECA-E), Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1981. 25 p.

NOGUEIRA, Ana Karlla Magalhães; SANTANA, Antônio Cordeiro de. Influência das chuvas na oferta de castanha-do-brasil e o impacto no benefício socioeconômico e ambiental, no Oeste do estado do Pará. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 45, 2018.

PACHECO A.M; SCUSSEL V.M. **Castanha-do-Brasil – Da floresta tropical ao consumidor.** Florianópolis: Editograf, 2006. 176p.

PAES-DE-SOUZA, Mariluce et al. O Produto Florestal Não Madeirável (PFNM) Amazônico açaí nativo: proposta de uma organização social baseada na lógica de cadeia e rede para potencializar a exploração local. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 3, n. 2, pág. 44-57, 2017.

PAHLEN, Alejo von der. Cubiu [*Solanum topiro* (Humb. & Bonpl.)], uma fruteira da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1977.

PEDROZO, Cássia Ângela et al. Emergência de plântulas e desenvolvimento de mudas de matrizes selecionadas de castanha-do-brasil. **Bolet Pesq Desenvol**, v. 44, 2017.

PICANÇO, Carlos Adriano Siqueira; COSTA, Reinaldo Corrêa. Análise da cadeia produtiva da castanha-do-Brasil coletada na reserva biológica do Rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19460-19483, 2019.

PROCÓPIO, A. **Subdesenvolvimento sustentável**. Curitiba: Juruá; 2007. 335 p.

ROCHA, Francisco Angelo Gurgel et al. O uso terapêutico da flora na história mundial. **Holos**, v. 1, p. 49-61, 2015.

SÁ C.P, Bayma MMA, Wadt LHO. **Coefficientes técnicos, custo e rentabilidade para a coleta de castanha-do-brasil no Estado do Acre: sistema de produção melhorado**. Rio Branco: Embrapa Acre; 2008. 4 p. (Comunicado Técnico 168).

SALOMÃO, R. de P.; ROSA, N.A.; CASTILHO, A.; MORAIS, K.A.C. **Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v.1,p.65-78, 2006.

SALOMÃO, Rafael de Paiva. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-dobrasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 1, p. 11-25, 2009.

SANTOS, A. C. S. DOS,; MAUÉS, M. M.; CORRÊA, F. D. S.; MOURA, T. Requerimentos de polinização e fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em Tomé-Açu/PA. In: Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Seminário de iniciação científica da Embrapa Amazônia Oriental. A ciência de fazer ciência: anais. Belém - PA. 2011.

SANTOS, Anadalvo J. et al. Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Floresta**, v. 33, n. 2, 2003.

SCOLES, Ricardo; GRIBEL, Rogério; KLEIN, Gilmar Nicolau. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 6, n. 3, p. 273-293, 2011.

SEMEDO, Rui Jorge da Conceição Gomes; BARBOSA, Reinaldo Imbrozio. Árvores frutíferas nos quintais urbanos de Boa Vista, Roraima, Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 37, p. 497-504, 2007.

SHACKLETON, C.M.; SHACKLETON, S.E.; BUITEN E.; BIRD N. **The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa**. *Forest Policy and Economics* 2007; 9(5): 558-577. <http://dx.doi.org/10.1016/j>

SHANLEY, Patricia; PIERCE, Alan; LAIRD, Sarah. **Além da Madeira: a certificação de produtos florestais não-madeireiros**. Bogor, Indonésia: Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR), 2005.

SHANLEY, Patricia; ROSA, Nelson A. Eroding knowledge: an ethnobotanical inventory in eastern Amazonia's logging frontier. **Economic Botany**, v. 58, n. 2, p. 135, 2004.

SILVA, J. Z. et al. Crescimento inicial de Castanheira-do-Brasil propagada via Enxertia. In: Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 16., 2019, Poços de Caldas. **Justiça social e sustentabilidade medianizado pela economia verde: anais eletrônicos**. Muzambinho: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, 2019.

SMITH, N. P.; MORI, S. A. Estado de Conservação das Lecitidáceas do Leste. Páginas de Lecythidaceae (<http://sweetgum.nybg.org/lp/EasternBrazil.php>). O Jardim Botânico de Nova York, Bronx, Nova York. 2006.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. Crown morphology to evaluate the growing space of four Amazon native species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 633-638, 2005.

TONINI, Helio. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2011.

TONINI, Hélio.; PEDROZO, Cássia Ângelo. Variações anuais na produção de frutos e sementes de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore**, v. 38, p. 133-144, 2014.

TONINI, Helio; OLIVEIRA JUNIOR, Moisés Mourão Cordeiro de; SCHWENGBER, Dalton. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 151-158, 2008.

VALOIS A.C.C. **Aflatoxinas: um perigo que pode estar na castanha-do-Brasil**, 2003. Disponível em:<www.folhadetefe.com.br>. Acesso em: 15 out. 2019.

WADT L.H.O., KAINER K.A., GOMES D.A.S., **Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in southwestern Amazonian**. *Forest ecology and management*. v.211 n.3 p.371-384, 2005.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A. **Domesticação e melhoramento de castanheira**. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, cap. 15, p. 297-317, 2009.

YANG, J. **Brasil nuts and associated health benefits: A review**. *Food Sci.Technol.*,

v. 42, p.1573-1580,2009.

ZUCHIWSCHI, Elaine et al. Limitações ao uso de espécies florestais nativas pode contribuir com a erosão do conhecimento ecológico tradicional e local de agricultores familiares. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 270-282, 2010.