



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ,
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS**

MAICO DE OLIVEIRA PIMENTEL

**ESTRUTURA POPULACIONAL, PADRÕES ECOLÓGICOS E
POLINIZAÇÃO DE *Bertholletia excelsa* Bonpl EM ÁREAS
ANTROPIZADAS**

Santarém

2018

MAICO DE OLIVEIRA PIMENTEL

**ESTRUTURA POPULACIONAL, PADRÕES ECOLÓGICOS E
POLINIZAÇÃO DE *Bertholletia excelsa* Bonpl EM ÁREAS
ANTROPIZADAS**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Biociências como requisito para obtenção do grau de mestrado; Universidade Federal do Oeste do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Scoles Cano

Co-orientadora: Dra. Márcia Motta Maués

Santarém

2018

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

P644e Pimentel, Maico de Oliveira
Estrutura populacional, padrões ecológicos e polinização de *Bertholletia
excelsa* Bonpl em áreas antropizadas./ Maico de Oliveira Pimentel. – Santarém,
2019.

97 p.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador: Ricardo Scoles Cano

Coorientadora: Márcia Motta Maués.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria
de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-
Graduação em Biociências.

1. Abelhas. 2. Castanhais. 3. Fragmentação florestal. I. Cano, Ricardo Scoles,
orient. II. Maués, Márcia Motta, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 576.875

MAICO DE OLIVEIRA PIMENTEL

**ESTRUTURA POPULACIONAL, PADRÕES ECOLÓGICOS E
POLINIZAÇÃO DE *Bertholletia excelsa* Bonpl EM ÁREAS
ANTROPIZADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biociências como requisito para obtenção do grau de mestrado; Universidade Federal do Oeste do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Scoles Cano

Co-orientadora: Dra. Márcia Motta Maués

Conceito:

Data de Aprovação: 28/08/2018

Dr. Ricardo Scoles Cano - Orientador
UFOPA

Dra. Márcia Motta Maués – Co-orientadora
EMBRAPA - Amazônia Oriental

Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior - Examinador I
UFOPA

Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu - Examinadora II
UFOPA

Este trabalho dedico a minha mãe,

Sra. Maria do Perpetuo Oliveira de Sousa, a dona Socorro, que me doa seu amor todo os dias, que mesmo distante sempre esteve ao meu lado.

Mulher guerreira, que preferindo o sucesso dos filhos ao seu próprio, vence a seu modo. Aquela senhora que mesmo frágil se apresenta forte e assim nos torna mais forte.

AGRADECIMENTO

Sou grato a Deus, que sempre me protegeu, mesmo nas poucas vezes em que eu tenha lhe esquecido, ele estava lá, me observando e guiando.

Sou grato aos que a mim depositaram sua confiança, que acreditaram na capacidade de superação em uma pesquisa difícil e inédita em todo o seu contexto.

Aos amigos que me deram força para superar a cada dia as dificuldades, mesmo sem saberem disto, me fazendo continuar firme.

Agradeço a minha mãe, sempre me aconselhando e mesmo sem entender o porquê desta pesquisa, orou por proteção.

Agradeço ao meu maninho, Madson Pimentel, que sempre curioso, apoiou e participou diversas vezes das campanhas, contagiado pelo espírito científico, se dedicou ainda mais nos seus próprios estudos.

Aos filhos Endersson e Andrew, que sempre ao me verem partir rumo ao conhecimento, me abraçavam e diziam tchau papai, até logo, e tentavam aguardar minha chegada dias depois pela noite e, com alegria nos olhos e o sorriso no rosto, me abraçavam e perguntavam se tudo tinha ido bem, me dando assim mais força para continuar na trilha da ciência.

A esposa e companheira Charlene Lopes, que me apoio mesmo sabendo que muitas vezes passaria dias distante, deixando assim de lhe dar um pouco mais de atenção, por horas desprotegida, ou ainda sem poder lhe dar um oi e lhe abraçar nas noites frias. Que algumas vezes acompanhou *in loco* a difícil realidade de pesquisa no interior da Amazônia, para melhor compreender o porquê de tanta demora em campo. A esta pessoa que me suporta há pelo menos 12 anos, também sou grato.

Agradeço ao Sr. Raimundo Hermógenes e sua Esposa Terezinha Mousinho Coutinho, que por várias vezes autorizaram os testes prévios nas metodologias a serem empregadas, em sua propriedade.

Agradeço a Comunidade de Santa Maria no Ramal do Copaíba, por autorizar e acompanhar as atividades de pesquisa.

Agradeço ao sr. Raimundo e sua esposa dona Agripina, que nos acolherem durante as atividades realizadas nesta pesquisa. Ao sr. Raimundo que com seu conhecimento empírico contribuiu grandemente para que muitos hoje possam ter acesso aos conhecimentos obtidos.

Agradeço ao “irmão Dedé” (José), e sua esposa “irmã Zuleide”, que nos acolherem em sua residência, e nos abraçaram como filhos, que fizeram do seu lar nossa

própria casa, que sempre tinham alguma surpresa para toda a equipe ao retornar do campo e floresta ao fim de cada turno da pesquisa.

Agradeço ao sr. Valdir e sua esposa Antônia, ao sr. “Daco” e sua esposa Onália, que apoiaram as atividades desenvolvidas nas suas propriedades, e quando ao me verem “trepado” lá por cima das castanheiras, curiosos iam lá conversar com toda a equipe e trocar conhecimento.

Agradeço ao professor e orientador Dr. Ricardo Scoles Cano pelas orientações, pela paciência, por acreditar na capacidade deste ser “rebelde” em buscar elucidações na ecologia de castanheiras.

Agradeço a professora Dra. Márcia Motta Maués não somente pela co-orientação, mas por todo auxílio e apoio prestado.

As amigas que acompanharam muitas vezes as atividades de pesquisa em campo e laboratório, Thaianny Macedo, Larissa da Silva, Enamara Oliveira e Andréa Barreto, esta última fazendo vários registros fotográficos da atividade desenvolvida.

Não poderia deixar de agradecer a amiga Adrielle Mayara, contribuindo na elaboração de metodologia em laboratório.

Agradeço a UFOPA por ceder um técnico de laboratório de biologia no auxílio das atividades durante toda a pesquisa e análise dos dados, apoio primordial nas atividades, sem o qual não teria o incentivo a seguir este caminho em momentos que tudo parecia difícil, o qual não media esforços (media sim) para realização desta pesquisa, sempre preocupado com a segurança, e mais preocupado com a hora que levantávamos (às 04:30) para as atividades previstas, mesmo que lá fora estivesse sob forte chuva. Mais que parceiro nas pesquisas, um grande amigo, que em diversas ocasiões, praticamente todos os fins de semana de março de 2016 a maio de 2018, deixou de aproveitar seus feriados, dedicou algum tempo de suas férias para acompanhar nas coletas de dados, que apostou sempre no sucesso de novas descobertas e elucidação do que era apenas teorias, e que disse que se eu não dedicasse uma página inteira de agradecimento pra ele eu estaria “...”, que abdicou de estar junto de sua esposa, e de dar colo ao seu filho “Habacuque” que até hoje ele insisti de lhe dar a alcunha de Asafe. À este bravo que enfrentou chuva, sol, poeira da estrada, o frio da madrugada, os perigos da noite, sempre acompanhando “sem” reclamar, carregando grande parte dos equipamentos necessários (por que ele era o maior da equipe mesmo), aquele que enalteceu este trabalho, não poderia deixar de citá-lo e agradecer, o grande amigo já de longas datas, Melquíades de Oliveira Costa.

Claro, não poderia deixar de agradecer minha amiga Izabele Costa por ceder seu esposo nas horas que ele deveria dedicar-se à ela e a sua prole.

Agradeço a Dra. Susan Aragon por toda sua contribuição a este estudo.

Agradeço a Dra. Favízia Freitas de Oliveira, por sua pronta atenção na identificação dos espécimes coletados com tanto sacrifício sobre a copa das castanheiras.

Ao Professor Cauan Araújo que contribuiu nas logísticas e coletas e análise de solo.

A Sheila Melo, por sua atenção e apoio.

Aos amigos Amauri Pereira, Daniel Leite, Ediego Batista e Gilnei Cardoso por seu apoio.

Agradecimentos não poderiam faltar as PIBICs EM: Jaicinara, que muito contribuiu em diversas etapas da pesquisa e especialmente a Cleomara que permaneceu firme no propósito de auxiliar e adquirir conhecimento por 2 anos como voluntária e agora colhe os frutos como graduanda em Ciências Biológicas.

Agradeço ao Campus da UFOPA em Oriximiná por conceder atividades em suas dependências.

Sou grato ao PPGBiociências por proporcionar mais esta etapa de formação.

Sou grato ao apoio dado pela SEMMA Oriximiná e seu Conselho Fiscal, na aquisição de materiais para Ascensão e rapel e no interesse pela pesquisa.

Agradeço a CAPES pelo auxílio estudantil através de bolsa de mestrado.

Ao CNPQ por financiar parte da pesquisa em campo (Chamada Universal 2016 (CNPQ) Nº PROCESSO 426960/2016-5 Coordenação: Ricardo Scoles).

Agradeço a Embrapa Amazônia Oriental.

Agradeço aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

A descoberta científica consiste em ver o que todos já viram, e pensar em algo que ninguém pensou ainda.

Albert Szert-Györgyi

RESUMO

A reprodução da castanheira-do-brasil é alógama, dependente de polinizadores específicos com força suficiente para entrar nas lígulas das suas flores. Não há registros do acompanhamento do processo de polinização em áreas desmatadas com ocorrência de castanheiras-do-brasil, mesmo que haja estudos de baixa floração e frutificação nessas áreas. A área do estudo foi desenvolvida no prolongamento da rodovia BR-163, no ramal Copaíba, nas proximidades da comunidade rural de Santa Maria, município de Oriximiná (PA). Esta é uma região de planalto dominada por áreas desmatadas fruto da expansão da atividade pecuarista. O objetivo do trabalho foi avaliar a estrutura populacional, padrões ecológicos e a polinização de castanheiras-do-brasil em áreas antropizadas. Para o estudo da estrutura populacional, foram inventariadas 51 castanheiras-do-brasil na área desmatada (AD) em 33,6 ha com 13 anos de desmatamento e 77 castanheiras-do-brasil na área de fragmento florestal (FF) em 30,3 ha. A densidade foi de 1,5 árv/ha (AD) e 2,5 árv/ha (FF). As amostras de solo mostraram acidez com pH abaixo de 5, textura média e, densidade parecida em ambas as áreas. A altura média das árvores nas duas áreas foi de 47,4m, com DAP $166,4 \pm 46,4$ cm em AD e $180,7 \pm 50,4$ cm em FF e área de copa sem diferença significativa ($p=0,5$). A população encontra-se composta por árvores em estágio senescente (DAP > 160 cm), 53% em AD e 65% em FF. Castanheiras-do-brasil com DAP (80-160 cm) considerados como mais produtivas foram 34% em FF contra 45% para a AD. A população em geral aparenta sofrer problemas na polinização e frutificação, com baixa produção nas árvores amostradas ($n=22$ em AD e $n=16$ em FF). A taxa de mortalidade na população de árvores foi significativamente maior em AD (18%) que FF (5%) em dois anos de monitoramento. A distância média entre castanheiras-do-brasil foi significativamente maior na AD (média de 40,6 m) em relação a FF (média de 28,0 m), ainda assim a produção de frutos foi 2,6 vezes maior na AD que em FF. Em contraste, 9% das sementes de AD não estavam fecundadas contra 5% em FF. Não houve correlações significativas entre produção de frutos e área de copa ou ainda com o diâmetro das castanheiras-do-brasil. Em relação a polinização, foram capturadas e identificadas 5 espécies de abelhas de duas famílias: quatro (4) Apidae (*Xylocopa ordinaria* e *X. frontalis*; *Centris superba* e *Eulaema nigrita*; e uma (1) Megachilidae (*Megachile* spp), em condições nubladas com maior atividade entre 07:30 e 08:30, à temperatura de 25,3° C, umidade relativa do ar em 89,2 % e velocidade de vento de 0,9 m/s. Das abelhas capturadas foram identificadas duas

novas espécies potencialmente polinizadoras das flores de castanheiras: *Xylocopa ordinária* e *Centris superba*.

Palavras-chave: Abelhas. Castanhais. Fragmentação Florestal. Polinização. Produção de frutos.

ABSTRACT

The reproduction of Brazil nut tree is allogamous, dependent on specific pollinators with enough force to enter the ligule of its flowers. There are no records of the monitoring of the pollination process in deforested areas with occurrence of Brazil nuts tree even though there are already studies of low flowering and fruiting in these areas. The study area was developed in the extension of the BR-163 highway, in the Copaíba branch, near the rural community of Santa Maria, municipality of Oriximiná (PA). This is a region of plateau dominated by deforested areas fruit of the expansion of cattle ranching activity. The objective of this work was to evaluate the population structure, ecological patterns and the pollination of Brazil nuts tree in anthropic areas. For the study of the population structure, 51 Brazil nut trees were recorded in the deforested area (DA) in 33.6 ha with 13 years of deforestation and 77 Brazil nuts trees in the forest fragment area (FF) at 30.3 ha. The density was 1.5 tree / ha (DA) and 2.5 tree / ha (FF). The soil samples showed acidity with pH below 5, loam texture and similar density in both areas. The mean height of the trees in both areas was 47.4 m, with DAP 166.4 ± 46.4 cm in DA and 180.7 ± 50.4 cm in FF and crown area with no significant difference ($p = 0, 5$). The population is composed of senescent trees (DBH > 160 cm), 53% in DA and 65% in FF. Brazil nut trees with DBH (80-160 cm) considered as most productive were 34% in FF against 45% for DA. The population in general appears to suffer from problems in pollination and fruiting, with low yield in the sampled trees ($n = 22$ in DA and $n = 16$ in FF). The mortality rate in the tree population was significantly higher in DA (18%) than FF (5%) in two years of monitoring. The mean distance between brazil nuts trees was significantly higher in DA (mean of 40.6 m) compared to FF (mean of 28.0 m), but fruit yield was 2.6 times higher in DA than in FF. In contrast, 9% of the DA seeds were not fertilized against 5% FF. There were no significant correlations between fruit yield and canopy area or with Brazil nut trees diameter. In relation to pollination, 5 species of bees of two families were captured and identified: four (4) Apidae (*Xylocopa ordinaria* and *X. frontalis*, *Centris superba* and *Eulaema nigrita*, and one (1) Megachilidae (*Megachile spp*) under cloudy conditions with higher activity between 07:30 and 08:30, at 25.3° C, relative humidity of 89.2% and wind velocity of 0.9 m / s. Of the captured bees, two potentially new species were identified pollinators of Brazil nut tree flowers: ordinary *Xylocopa ordinaria* and *Centris superba*.

Keywords: Brazil nut trees. Forest fragmentation. Fruit production. Pollination. Bees.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA DE OCORRÊNCIA GEOGRÁFICA DE <i>B. EXCELSA</i> BONPL. ENTRE AS LATITUDES 14°S E 5°N, PAÍSES, ESTADOS E MUNICÍPIOS PRODUTORES (DADOS DE PRODUÇÃO/BENEFICIAMENTO IBGE 2012).....	2
FIGURA 2 - A CASTANHEIRA-DO-BRASIL. IMAGENS OBTIDAS EM ÁREAS DE DESMATAMENTO DA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PARÁ/BRASIL.....	3
FIGURA 3 - A INFLORESCÊNCIA DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL, COM FLORES EM PANÍCULAS.....	4
FIGURA 4 - PRESENÇA DE FRUTO DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL DECORRENTE DO ANO ANTERIOR (2017) JUNTAMENTE COM PANÍCULAS DE FLORES (2018).	6
FIGURA 5 - A: FRUTO INTEIRO (OURIÇO) DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL; B: DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DENTRO DO OURIÇO; C: SEMENTES CORTADAS COM AMÊNDOAS EXPOSTAS.....	7
FIGURA 6 - ÁREA DE ESTUDO. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PARÁ/BRASIL. A: MUNICÍPIO DE ORIXIMINÁ - PARÁ; B: SEDE DO MUNICÍPIO E COMUNIDADE SANTA MARIA – RAMAL DO COPAÍBA; C: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL NA ÁREA DE ESTUDO: ÁRVORES INVENTARIADAS EM ÁREA DESMATADA (▲) E ÁRVORES INVENTARIADAS EM ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA ADJACENTE (●). BASE CARTOGRÁFICA: PLANO DIRETOR MUNICIPAL (PDM) DE ORIXIMINÁ 2017.....	15
FIGURA 7 - COLETA DE SOLO PARA CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. A: ÁRVORE SENDO USADA COMO REFERÊNCIA PARA COLETA DE SOLO; B: COLETA DE SOLO ATRAVÉS DE USO DE TRADO HOLANDÊS; C: USO DE FITA MÉTRICA E BÚSSOLA PARA DIRECIONAR AS COLETAS; D: SENTINDO DAS COLETAS DAS AMOSTRAS SIMPLES E DE ANEL VOLUMÉTRICO A CADA 10 E 20 MA PARTIR DO TRONCO DAS ÁRVORES SELECIONADAS.	17
FIGURA 8 – ESQUEMA DE CAPTURA ATIVA POR REDE ENTOMOLÓGICA (PUÇÁ).....	22
FIGURA 9 - ESQUEMA DE REDE ENTOMOLOGIA ADAPTADA COM REDE INTERNA EM FORMA DE FUNIL PARA A CAPTURA DE ABELHAS EM DOSSEL. A: CORTE LONGITUDINAL DA REDE ENTOMOLOGICA DE FUNIL 1) ARO COM BORDA REVERTIDA, 2) REDE EXTERNA COM FUNDO FECHADO, 3) REDE INTERNA COM FUNDO VAZADO, EM FORMA DE FUNIL, 4) HASTE PARA QUE AS REDES NÃO BLOQUEIAM A ENTRADA DOS ESPÉCIMES ALVO, 5) PARAFUSO E ARRUELA DE FIXAÇÃO DO ARO NO CABO; B: 6) ARRUELA E PORCA DE FIXAÇÃO INFERIOR DO ARO, 7) TUBO DE ½ POLEGADA, 8) TUBO DE ¾ POLEGADA, 9) APERTO RÁPIDO PARA DEFINIR O COMPRIMENTO DE ALCANCE DO CABO.....	24
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS DA CLASSE DE DAP (CM) DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL EM ÁREA DESMATADA (BARRAS ESCURAS) E FRAGMENTO FLORESTAL (BARRAS CLARAS), NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.....	32
FIGURA 11 - CONDIÇÕES DE QUEDA DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA: ÁREA DESMATADA: A) QUEDA POR AÇÃO DO VENTO, QUEBRANDO NA BASE DO TRONCO; B) DETALHE DE TRONCO OCO; C) ÁRVORE ATINGIDA POR RAIO; D) DETALHE DA ÁRVORE ATINGIDA POR RAIO. FRAGMENTO FLORESTAL: E) ÁRVORE ATINGIDA POR RAIO; F) QUEDA POR AÇÃO DO VENTO, ÁRVORE ARRANCADA COM RAIZ.	40
FIGURA 12 - A: CORRELAÇÃO DE DISPERSÃO ENTRE PRODUÇÃO DE FRUTOS E DAP (CM) EM ÁREA DESMATADA E ÁREA DE FRAGMENTO FLORESTAL; B: CORRELAÇÃO DE DISPERSÃO ENTRE PRODUÇÃO DE FRUTOS E ÁREA DE COPA (M ²) EM ÁREA DESMATADA E ÁREA DE FRAGMENTO FLORESTAL. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.....	44
FIGURA 13 - FERTILIDADE DE SEMENTES EM OURIÇOS DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL EM AMOSTRAS COLETADAS EM ÁREA DESMATADA E DE FRAGMENTO FLORESTAL. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.....	47
FIGURA 14 - AMOSTRAS DE FRUTOS DE <i>B. EXCELSA</i> COM TAMANHOS E FORMAS DIFERENTES (ALONGADO, ARREDONDADO PEQUENO, ARREDONDADO GRANDE), ENCONTRADOS NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.	47
FIGURA 15 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA REGIÃO DOS ÚLTIMOS 12 ANOS E PRECIPITAÇÃO NOS MESES DE CAMPANHA (JAN-ABR). COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.....	48
FIGURA 16 - RELAÇÃO DA ATIVIDADE (VISITA) DE ABELHAS NAS FLORES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL, EM CONTRASTE À TEMPERATURA (°C), UMIDADE RELATIVA DO AR (%) E VELOCIDADE DO VENTO (M/S) AO LONGO DA MANHÃ. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.	51
FIGURA 17- DIVERSIDADE DE ABELHAS CAPTURADAS APÓS SUA SAÍDA ESPONTÂNEA DAS FLORES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL (<i>BERTHOLLETIA EXCELSA</i> BONPL.) MONITORADAS NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.: <i>XYLOCOPA FRONTALIS</i> (1, 3, 5, 8, 9 E 10); <i>XYLOCOPA ORDINARIA</i> (7); <i>CENTRIS SUPERBA</i> (2, 4); <i>EULAEMA NIGRITA</i> (6) E <i>MEGACHILE SP.</i> (11).	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADOS DE DENSIDADE, GRANULOMETRIA E ACIDEZ DO SOLO NA ÁREA DESMATADA E FRAGMENTO FLORESTAL. COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.	29
TABELA 2 - COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FRUTOS E PROPRIEDADES DE SOLO EM DIFERENTES AMBIENTES E ÁREAS DE ESTUDO PRÓXIMAS (12,5 KM) À COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. VALORES MÉDIOS E SEU DESVIO PADRÃO, EM PARÊNTESE AS MÁXIMAS E MÍNIMAS. LETRAS DIFERENTES ENTRE ÁREAS INDICAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA (P<0,05). *ESTE ESTUDO; ** CARDOSO, 2017; ***PEREIRA, 2016.	31
TABELA 3 - COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FRUTOS E DISTÂNCIA ENTRE ÁRVORES EM DIFERENTES AMBIENTES E ÁREAS DE ESTUDO PRÓXIMAS (12,5 KM) À COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. VALORES MÉDIOS E SEU DESVIO PADRÃO, EM PARÊNTESE AS MÁXIMAS E MÍNIMAS. LETRAS DIFERENTES ENTRE ÁREAS INDICAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA (P<0,05). *ESTE ESTUDO; ** CARDOSO, 2017; ***PEREIRA, 2016.	35
TABELA 4 - COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS ENTRE AS ÁREAS DE ESTUDO (ÁREA DESMATADA E FRAGMENTO FLORESTAL) NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. VALORES MÉDIOS E SEU DESVIO PADRÃO, EM PARÊNTESE AS MÁXIMAS E MÍNIMAS.	37
TABELA 5 - MORTALIDADE DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL EM ÁREAS DESMATADA E DE FRAGMENTO FLORESTAL, NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.	39
TABELA 6 - COMPARAÇÃO DE PRODUÇÃO DE FRUTOS EM DIFERENTES AMBIENTES E ÁREAS DE ESTUDO PRÓXIMAS (12,5 KM) À COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. VALORES MÉDIOS E SEU DESVIO PADRÃO, EM PARÊNTESE AS MÁXIMAS E MÍNIMAS. LETRAS DIFERENTES ENTRE ÁREAS INDICAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA (P<0,05). *ESTE ESTUDO; ** CARDOSO, 2017; ***PEREIRA, 2016.	42
TABELA 7 - PRODUÇÃO DE FRUTOS DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL NA ÁREA DESMATADA E NO FRAGMENTO FLORESTAL DA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA. ...	47
TABELA 8 - ABELHAS CAPTURADAS APÓS SAÍDA ESPONTÂNEA DAS FLORES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA BONPL) MONITORADAS NA COMUNIDADE SANTA MARIA, RAMAL DO COPAÍBA, ESTRADA DO BEC, ORIXIMINÁ-PA.	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 A CASTANHEIRA-DO-BRASIL (<i>BERTHOLLETIA EXCELSA</i> BONPL)	1
1.1.1 Flor da castanheira-do-brasil.....	3
1.1.2 Fruto da castanheira-do-brasil	5
1.2 POLINIZAÇÃO DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL.....	8
1.3 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL.....	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. METODOLOGIA	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO	14
3.2 COLETA DE DADOS.....	16
3.2.1 Coleta de amostras de solo para caracterização das áreas amostrais.....	16
3.2.2 Coleta de dados meteorológicos e microclimáticos.....	17
3.2.3 Inventário da população de castanheira-do-brasil na área desmatada e fragmento de floresta adjacente	18
3.2.4 Contagem e biometria de frutos.....	19
3.2.5 Monitoramento da mortalidade de castanheiras-do-brasil	19
3.2.6 Monitoramento dos visitantes florais e frequência de visitação	20
3.2.7 Captura de abelhas.....	21
3.2.7.1 Captura ativa por rede entomológica	22
3.2.7.2 Rede entomológica de funil	23
3.2.8 Classifica�o e identifica�o dos indivíduos capturados	25
3.3 ANÁLISE DE DADOS	26
3.3.1 Análise de Solo.....	26
3.3.1.1 Análise de densidade	26
3.3.1.2 Análise de granulometria	26
3.3.1.3 Análise de acidez	27
3.3.2 Análise de dados dendrométricos.....	27
3.3.3 Análises estatísticas (compara�o entre áreas)	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 ANÁLISE DE SOLO	29
4.1.1 Densidade do solo.....	29
4.1.2 Granulometria do solo	30
4.1.3 Acidez do solo	30
4.2 CARACTERIZA�O DIFERENCIAL DAS POPULA�OES DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL ENTRE ÁREA DESMATADA E FRAGMENTO FLORESTAL	31
4.2.1 Estrutura populacional	31
4.2.2 Densidade populacional.....	33
4.2.3 Distância média entre castanheiras-do-brasil	35
4.2.4 Dados dendrométricos.....	36
4.2.5 Mortalidade	38
4.3 PRODU�O DE FRUTOS.....	40
4.3.1 Produ�o de ouriços por árvore e áreas amostrais	40
4.3.2 Fertilidade de sementes.....	45
4.4 CONDI�OES METEOROLÓGICAS DURANTE MONITORAMENTO E CAPTURA DE VISITANTES FLORAIS	48
4.5 CONDI�OES MICROCLIMÁTICAS DURANTE MONITORAMENTO E CAPTURA DE VISITANTES FLORAIS	50
4.5.1 Abelhas capturadas nas flores da castanheira-do-brasil.....	53
5. CONCLUSÃO	59
6. BIBLIOGRAFIA:	61

1. INTRODUÇÃO

1.1 A CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Bonpl)

Em 1807 em uma expedição pela Venezuela o botânico francês Aimé Jacques Alexandre Goujoud Bonpland descreve uma imponente árvore diante de si, com o nome científico de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (MORI & PRANCE, 1990; SALOMÃO 2014), popularmente chamada de castanheira.

O nome do gênero, *Bertholletia*, credita-se em homenagem ao químico Claude Louis Berthollet, e seu epíteto específico, *excelsa*, significando alta, majestosa, é em referência ao grande porte que estas árvores podem alcançar, destacando-se acima do dossel (MORI & PRANCE, 1990; SCOLES & GRIBEL, 2012; SALOMÃO, 2014).

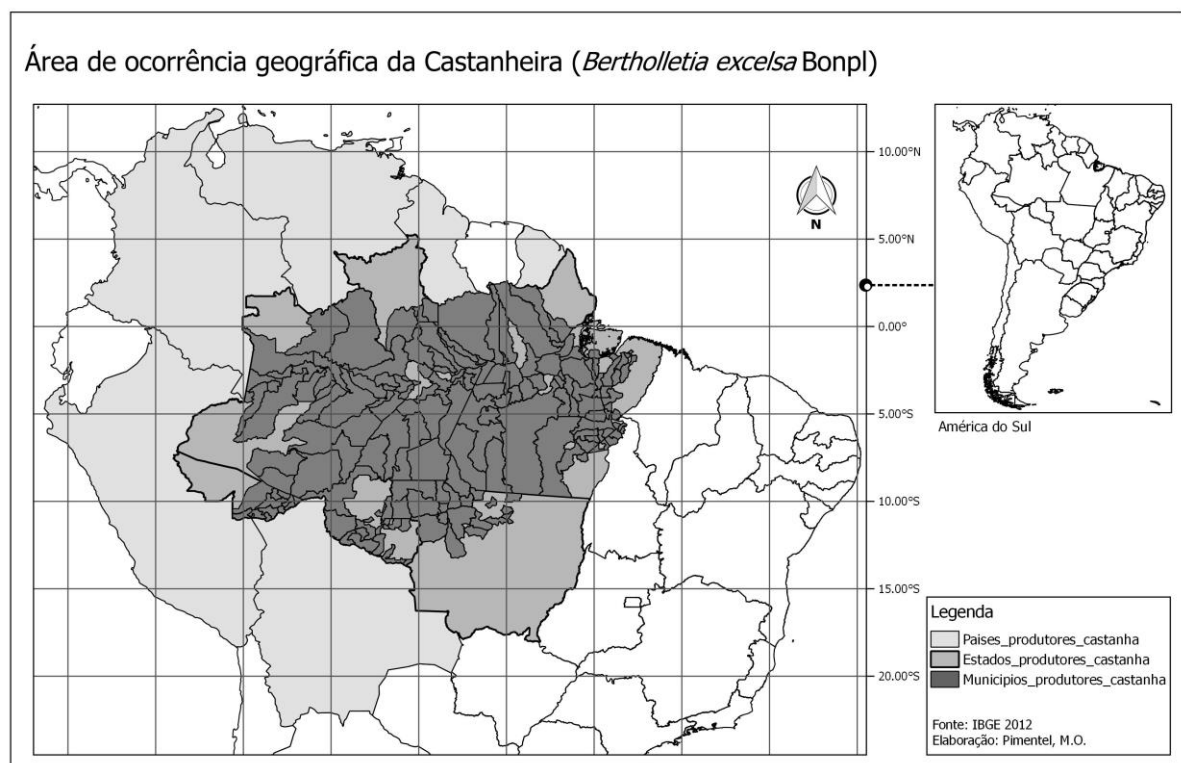
A árvore de castanheira-do-brasil produz uma semente comestível, a castanha, que recebe também outras denominações locais de ocorrência ou para atender o mercado internacional, podendo citar ainda castanha-do-brasil, castanha-do-pará, castanha-da-amazônia, Brazil nut, Pará-nut, Nuez del Brasil, Noix du Brésil, Paranuss, Castaña e Almendra (MORITZ, 1984; CAMARGO, 2010).

A castanheira-do-brasil pode viver centenas de anos (ORTIZ, 2002; WADT *et al.*, 2005; CORVERA-GOMRINGER, 2014; SCHONGART *et al.*, 2015), é uma Angiosperma Eudicotiledônea, espécie arbórea de áreas de floresta de terra firme, que suporta solos pobres de nutrientes, ácidos e geralmente de textura média (argilo-arenoso) (MÜLLER *et al.*, 1980; MÜLLER *et al.*, 1995; LOCATELLI *et al.*, 2002; CAMARGO, 2010; COSTA *et al.*, 2017; GUERREIRO *et al.*, 2017).

Esta espécie arbórea endêmica da região amazônica, pode ser encontrada geograficamente entre as latitudes 14° S e 5° N, com temperaturas médias anuais entre 24,3° e 27,2° C, onde a precipitação anual varia entre 1400 e 2800 mm, e umidade relativa do ar de 79% a 86% (TONINI & ARCO-VERDE, 2004). Apesar de apresentar distribuição ampla estendendo-se de leste a oeste, esta é desigual em todo o bioma da Amazônia (MÜLLER *et al.*, 1980, 1995; MORI & PRANCE, 1990). A espécie pode ser encontrada nos países: Bolívia, Colômbia, Guianas, Peru, Venezuela e Brasil, neste último inclui os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Pará e ainda o norte do estado de Mato Grosso (ZUIDEMA, 2003; TONINI & ARCO-VERDE, 2004; IBGE, 2013) (Fig. 1). A

densidade de árvores difere em diversas regiões, podendo ser alta com presença de 5 a 20 indivíduos por hectare (SCOLES & GRIBEL, 2015; GUARIGUATA *et al.*, 2017) ou baixa de até 1,3 árvores por hectare (SCOLES, *et al.*, 2016; CAVALCANTE *et al.*, 2018).

Figura 1 - Área de ocorrência geográfica de *B. excelsa* Bonpl. entre as latitudes 14°S e 5°N, países, estados e municípios produtores (dados de produção/beneficiamento IBGE 2012).



Fonte: IBGE (2012); Maico Pimentel (2018).

O gênero *Bertholletia* Bonpl. é monotípico, ou seja, esta espécie é a única representante deste gênero na família Lecythidaceae (MORI & PRANCE, 1990). É uma árvore social, ou seja, forma aglomerações de espécimes nas florestas onde ocorrem, “os castanhais”, e de grande porte podendo alcançar de 50 a 60 metros de altura e diâmetro de 3 a 5 metros em sua base (SCOLES & GRIBEL, 2011; 2015). O tronco é cilíndrico desprovido de galhos até sua copa, sua casca é estriada e de tonalidade escura, sua copa é frondosa em forma de guarda-chuva, de forma a ocupar o estrato superior das florestas, possui galhos encurvados nas pontas, com folhas de coloração verde-escuro na parte adaxial e esbranquiçada na abaxial estando espalhadas por suas extremidades (TONINI & ARCO-VERDE, 2004;

HAUGAASEN *et al.*, 2010; TONINI & BORGES, 2010; SCOLES & GRIBEL, 2011, 2012 e 2015; SALOMÃO, 2014; CORVERA-GOMRINGER *et al.*, 2014) (Fig.2).

Figura 2 - A castanheira-do-brasil. Imagens obtidas em áreas de desmatamento da Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-Pará/Brasil.



Fotos: A: Andrea Barreto (2016); B: Madson Pimentel (2018).

1.1.1 Flor da castanheira-do-brasil

A inflorescência da castanheira-do-brasil é do tipo panícula, com flores pediceladas, dispostas em uma raque ramificada, ocorrendo normalmente nas ramificações, presente nas extremidades dos galhos tendo de 12 a 16 cm de comprimento (Fig. 3). As flores são hermafroditas (monoicas, com gineceu -parte feminina- e androceu -parte masculina-), zigomórficas (simetria bilateral, podendo ser dividida em duas partes iguais). Possuem de duas a três sépalas e seis pétalas de cor amarelo claro ao branco, imbricadas e ligeiramente desiguais, grossa e carnosas na sua base; dentro, na parte superior do andróforo há muitas escamas curvadas de ápice acuminado (MORI *et al.*, 1978; MORITZ, 1984; MORI & PRANCE, 1990; GONÇALVES & LORENZI, 2007, 2011; CORVERA-GOMRINGER *et al.*, 2014).

Os estames ficam ao redor do orifício da lígula (capuz), servindo esta estrutura para proteger e dificultar a entrada de alguns visitantes, mas permitir a entrada de outros. Possui ovário ínfero com quatro a cinco lóculos que geralmente tem de quatro a seis óvulos, os estiletos são subulados, deflexo para o lado do andróforo e estigma capitado e multipapiloso (MORI *et al.*, 1978; MORITZ, 1984; GONÇALVES & LORENZI, 2007, 2011; CORVERA-GOMRINGER *et al.*, 2014).

Cada inflorescência tem de zero a quatro flores abertas por dia (Fig. 3). A abertura das pétalas das flores (antese) ocorre nas primeiras horas, entre às 4:00 e 5:00 horas (MÜLLER *et al.*, 1980; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2012, 2018).

Figura 3 - A inflorescência da castanheira-do-brasil, com flores em panículas.

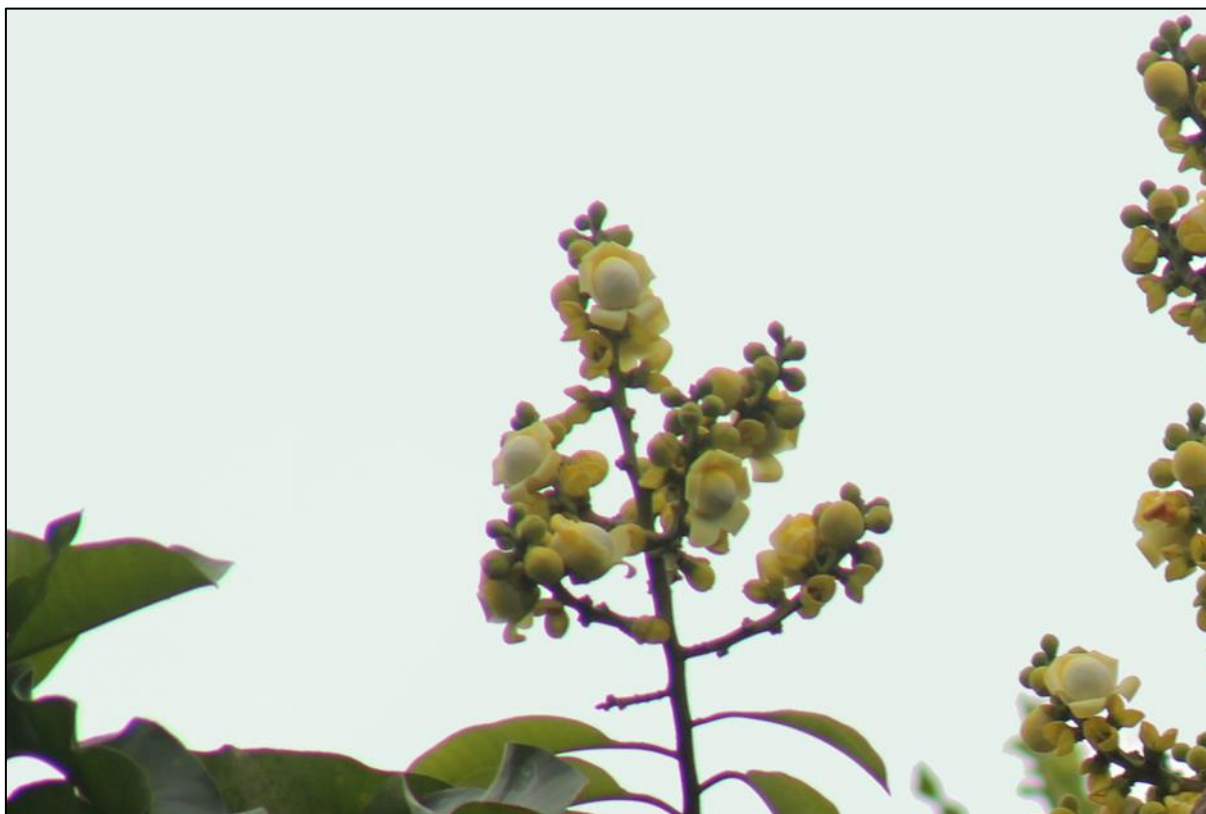


Foto: Melquíades Costa (2018).

O florescimento da castanheira-do-brasil varia de acordo com a região, ocorrendo primeiramente na parte leste (Estado Pará), podendo iniciar no mês de agosto ou setembro indo até o mês de fevereiro (CYMERYYS *et al.*, 2005; (CAVALCANTE, 2008; WADT & KAINER, 2009) e, posteriormente a floração ocorre na região oeste (Estado do Acre), iniciando em outubro podendo florir até o mês de janeiro (CYMERYYS *et al.*, 2005; WADT & KAYNER, 2009). Na região do oeste do Pará normalmente a floração inicia no mês de novembro e finaliza no mês de março (PEREIRA, 2016), embora em 2015 por anomalias climáticas, esta floração tenha sido adiada em dois meses (CARDOSO, 2017).

A castanheira-do-brasil é uma planta de reprodução alógama (fecundação cruzada) e polinização melitófila (MAUÉS, 2002), e assim como muitas outras

espécies de plantas, protegem suas recompensas florais influenciando na decisão de um organismo visitar ou não suas flores (SANTOS & ABSY, 2010).

A castanheira-do-brasil é dependente de polinizadores específicos, que tenham tamanho médio a grande porte e, suficiente força para serem capazes de abrir a lígula da flor, que sejam alados e que possam alcançar as copas de árvores de mais de 40-50 metros de altura (MORI, 1988; MAUÉS, 2002).

Estudos de produção das flores da castanheira-do-brasil que vingam em frutos, mostram uma percentagem baixa, com cerca de 0,28% a 0,4% apenas (MÜLLER *et al.*, 1980; TONINI & ARCO-VERDE, 2004).

1.1.2 Fruto da castanheira-do-brasil

Desde o início do desenvolvimento dos frutos até sua maturação transcorrem entre 12 a 15 meses, por esta peculiaridade, é comum encontrar em uma mesma planta, floração e frutos em diversos estágios de desenvolvimento durante todo o ano (MORITZ, 1984; MAUÉS, 2002; ORTIZ, 2002) (Fig. 4). Os frutos começam a cair no início do período chuvoso (MORITZ 1984; MORI & PRANCE, 1990; TONINI & ARCO-VERDE, 2004).

Após a queda dos frutos aqueles que não são coletados por extrativistas, podem ser encontrados por cutias (*Dasyprocta sp.*), principais predadores e dispersores naturais das sementes deste fruto, levando-os para distante da planta de origem (MORITZ, 1984; MORI & PRANCE, 1990; ORTIZ, 2002; ZUIDEMA & BOOT, 2002; KAINER *et al.*, 2007; HAUGAASEN *et al.*, 2010; SCOLES & GRIBEL, 2011, 2012, 2015).

Figura 4 - Presença de fruto de castanheira-do-brasil decorrente do ano anterior (2017) juntamente com panículas de flores (2018).



Foto: Melquíades Costa (2018).

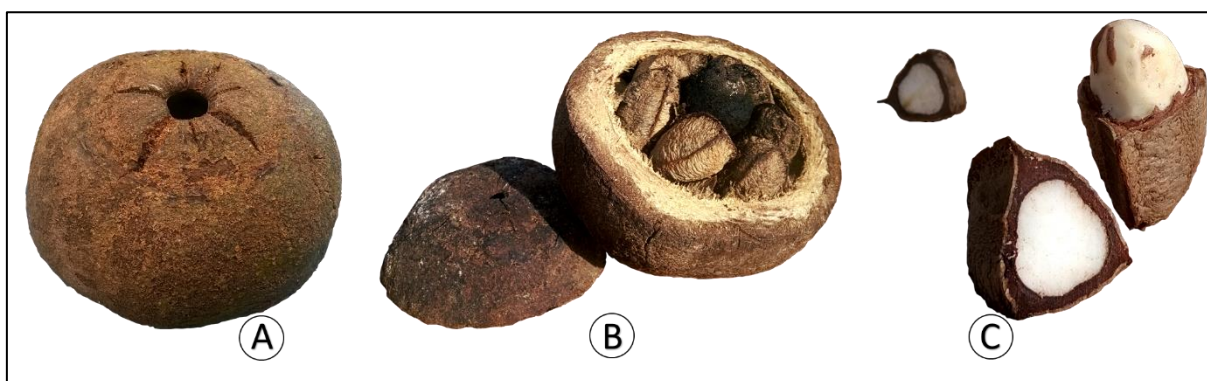
O fruto produzido pela castanheira-do-brasil é do tipo seco lenhoso indeiscente, ou seja, fruto que não é capaz de abrir-se espontaneamente quando as sementes estão maduras (MORITZ, 1984; MORI & PRANCE, 1990; MÜLLER *et al.* 1995; SOUZA & LORENZI, 2008; GONÇALVES & LORENZI, 2007, 2011).

O fruto é arredondado e levemente achatado, possui uma região diferenciada de 7 a 10 cm de diâmetro que corresponderia ao opérculo e, em seu centro há um orifício de cerca de 1 cm de diâmetro. A casca é espessa, lenhosa e dura, de cor castanho-escuro, é popularmente denominado de ouriço (Fig. 5 A) (MORITZ, 1984; SCOLES, 2010; CORVERA-GOMRINGER *et al.*, 2014).

Estes frutos podem atingir o peso de até 2 quilos e diâmetro de 10 a 25 cm, em seu interior se encontram de 10 a 25 sementes que permanecem dentro da cápsula depois de sua queda, cada semente pode pesar entre 4 e 10 gramas e de 4 a 7 cm de comprimento (Fig. 5 B) (TONINI & ARCO-VERDE, 2004; CORVERA-GOMRINGER *et al.*, 2014).

As sementes, conhecidas como castanhas, possuem formato triangular-anguloso, tegumento rígido, resistente e rugoso, em seu interior há uma amêndoa branca leitosa coberta ainda por uma epiderme de cor marrom (Fig. 5 C) (MORITIZ, 1984; TONINI & ARCO-VERDE, 2004; TONINI & BORGES 2010; CORVERA-GOMRINGER *et al*, 2014). Apesar de existir uma gama de tamanhos, forma e quantidade de sementes por fruto, não há justificativa para que se reconheça mais de uma espécie de castanheira-do-brasil (MORI & PRANCE, 1990).

Figura 5 - A: Fruto inteiro (ouriço) da castanheira-do-brasil; B: Distribuição de sementes dentro do ouriço; C: Sementes cortadas com amêndoas expostas.



Fotos: Maico Pimentel (2017)

As sementes comestíveis de sabor e aroma agradáveis são muito apreciadas, ricas em proteínas, fibras, selênio, magnésio e fósforo (TONINI & ARCO-VERDE, 2004), ficam como segundo produto de extração não madeireira em importância econômica na Amazônia brasileira, com 26.191 toneladas de produção em 2016-2017, ficando atrás somente do açaí com uma produção no mesmo período de 219.885 toneladas (SCOLES *et al.*, 2014; IBGE, 2017). Entretanto, segundo estudo do IDESP (2011), a castanha é o principal produto florestal não madeireiro do Oeste do Pará graças os extensos castanhais existentes especialmente na Calha Norte o que faz deste uma das principais atividades econômicas florestais não madeireira na Amazônia (SCOLES *et al.*, 2014).

A produção da castanha-do-brasil tem alta variação interanual, provavelmente devido a fatores endógenos (fenológicos) e exógenos (climáticos) da planta (TONINI & BORGES, 2010), chegando a uma média de mais de 39.000 toneladas entre os anos de 2010 e 2015 (IBGE/SIDRA, 2015), sendo Acre, Amazonas e Pará os principais estados produtores deste fruto. Dos cerca de 70

municípios que produzem castanha (Fig. 1), destacam-se como principais produtores os municípios de Brasiléia e Xapuri no estado do Acre, Oriximiná e Óbidos no estado do Pará (IBGE, 2017).

A castanha-do-brasil é a única amêndoa cuja coleta é realizada quase que exclusivamente em áreas de florestas naturais e comercializada no mercado internacional (ORTIZ, 2002; ZUIDEMA & BOOT, 2002; GUARIGUATA *et al.*, 2017). A produção brasileira se destina à comercialização (mercado regional, nacional e exportação) servindo como importante fonte de renda para as famílias tradicionais da Amazônia e, em menor quantia, ao consumo interno.

Existem poucas plantações comerciais de castanheira-do-brasil, o que não significa dizer que seja uma árvore de difícil plantação, visto que de acordo com o monitoramento anual feito em plantios experimentais, com mudas entre 80 a 120 cm, consideradas menos vulneráveis a ataques por não possuírem mais hipocotilédone, apresentaram alta taxa de sobrevivência e crescimento em locais de alta luminosidade, como roçados e capoeiras (SCOLES *et al.*, 2011, 2014).

Ainda que as experiências de plantio da espécie já ultrapassem os 80 anos, se estimam apenas 2% da produção de castanhas provenientes de áreas de plantio, desta forma o papel das castanheiras-do-brasil de área de florestas naturais continuarão a desempenhar um papel fundamental na produção de sementes para comercialização (HOMMA *et al.*, 2014).

1.2 POLINIZAÇÃO DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL

A grande maioria das plantas tropicais são dependentes de agentes biológicos polinizadores (DEGEN & ROUBIK, 2004) para o sucesso reprodutivo, deste modo as plantas superiores ou Angiospermas selecionaram uma série de atributos no intuito de atrair animais polinizadores (RIBEIRO *et al.*, 1999). Entre estes atributos o tamanho das flores é uma característica que pode vir a interferir na visita e posterior acesso pelos potenciais polinizadores de uma espécie (FAEGRI & PIJL, 1979; RIBEIRO *et al.*, 2008).

A polinização é um processo importante para a manutenção dos ecossistemas, sendo essencial para alcançar os melhores índices de produção em diversas espécies vegetais (IPBES, 2016). Das espécies cultivadas na agricultura, cerca de 73% são polinizadas por abelhas, sendo consideradas como um dos

principais agentes polinizadores não somente de culturas agrícolas, mas também dos ecossistemas tropicais (NABHAN & BUCHMANN, 1997; FAO, 2004).

As abelhas apresentam íntima relação com as Angiospermas (CREPET, 1979) sendo dependentes destas para a coleta de recompensas florais oferecidas e, garantem desta forma a visitação frequente de seus polinizadores (SIMPSONS & NEFF, 1981). Estas recompensas podem servir como fonte de alimento, construção de ninhos e ambiente para reprodução.

As flores da família Lecythidaceae podem oferecer três tipos de recompensas (MORI, 1988), são elas:

- I. Pólen não diferenciado: coletado somente pelas fêmeas das abelhas, servindo de alimento para as larvas;
- II. Pólen Diferenciado: serve para polinização;
- III. Néctar: recompensa apenas para polinizadores, colhida por fêmeas e machos.

As flores da castanheira-do-brasil produzem somente néctar como recompensa aos seus polinizadores, e este é colhido tanto por machos quanto por fêmeas de abelhas que forrageiam nesta espécie arbórea (MORI, 1988; CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018; MAUÉS *et al.*, 2018).

O pólen tem duas funções principais nos ecossistemas: reprodução das plantas e recompensa aos visitantes florais e/ou polinizadores (RIBEIRO *et al.*, 2008). Pode existir muita vantagem para as plantas em manter uma variedade de polinizadores. No entanto, para que haja essa atração, é necessário que suas flores exibam várias características atrativas para seus potenciais polinizadores, tais como forma, odor, cor e tamanho da flor, horário de abertura floral e recursos ofertados (atributos quantitativos e qualitativos).

O conjunto de características florais que condicionam a eficiência do polinizador é chamado em ecologia vegetal de síndrome de polinização (FENSTER *et al.*, 2004). A melitofilia é a síndrome de polinização para atração de abelhas, e estes insetos são descritos como visitantes florais e potenciais polinizadores da castanheira-do-brasil tanto de áreas de ocorrência natural quanto de agrupamentos de poucos indivíduos (MORI *et al.*, 1978; MÜLLER *et al.*, 1980; NELSON *et al.*, 1985; MAUÉS, 2002; YAMAMOTO *et al.*, 2007; AGUIAR & GLAGLIANONE, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2012; MAUÉS *et al.*, 2018).

Se a etapa de polinização de alguma forma tiver uma deficiência qualitativa ou quantitativa, por exemplo, causada pela ausência do agente polinizador, pelo baixo número de visita nas flores pelo polinizador ou pela ineficiência ou forma inadequada da visita, a produtividade das plantas ficará comprometida (VAISSIÈRE *et al.*, 2009 e 2011).

Abelhas é uma designação genérica de um importante grupo da classe dos insetos, da ordem dos Himenópteros e da superfamília Apoidea, compreendendo mais de 20.000 espécies, sendo a maioria de hábito solitário e um dos principais polinizadores de plantas vasculares (ROUBIK, 1989; BATRA, 1984).

As abelhas são agrupadas em nove grandes famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, Dasypodidae, Meganomiidae, Melittidae e Stenotritidae, das quais as quatro últimas não ocorrem no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). As abelhas robustas e solitárias pertencentes a família Apidae e frequentemente dividida em três subfamílias: Apinae, Nomadinae e Xylocopinae, das quais podemos citar os gêneros *Bombus* (Bombina), *Centris* e *Epicharis* (Centridini), *Eufriesea* e *Eulaema* (Euglossini), *Xylocopa* (Xylocopini), são descritas como as principais polinizadoras das flores da castanheira-do-brasil (MORI *et al.*, 1978; MÜLLER *et al.*, 1980; NELSON *et al.*, 1985; MAUÉS, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2012; MAUÉS *et al.*, 2018).

Muitas destas espécies, são indivíduos de tamanhos variados e que podem voar grandes distâncias (JANZEN, 1971; BALDONI *et al.*, 2017), sendo assim importantes agentes na reprodução de plantas esparsamente distribuídas na vegetação (RAW, 1989; BALDONI *et al.*, 2017), com uma relação importante no contexto da crescente transformação, onde grandes extensões de vegetação contínua se tornam blocos isolados de hábitat (fragmentação florestal).

Mesmo que alguns grupos de abelhas sejam mais tolerantes a perturbações antropogênicas (WINFREE *et al.*, 2007), a destruição, deterioração e fragmentação de hábitats, afetam as interações entre as abelhas e seus recursos, o que acarreta diminuição na disponibilidade de agentes polinizadores e de polinização para suas plantas mutualistas (PYLE *et al.*, 1981; PAVLIK *et al.*, 1993; AIZEN & FEINSINGER, 1994; WADT *et al.*, 2015). Com isso, por causa do isolamento de suas populações remanescentes de vegetação (POWELL & POWELL, 1987; MILLET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2005), muitas espécies

vegetais diminuem drasticamente a sua produção de frutos e sementes (PARRA-TABLA *et al.*, 2000; MAUES & OLIVEIRA, 2010; WANDELLI *et al.*, 2016).

1.3 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

A fragmentação florestal ocorre geralmente por ações antrópicas, como a supressão vegetal para em seu lugar ser imposta a agropecuária (KEVAN, 1999; TSCHARNTKE & BRANDL, 2004; RAMALHO, 2006). Alterações contínuas e/ou intensas nas paisagens naturais, resultantes principalmente do uso intensivo do solo, induzem a perda física de habitats e ecossistemas naturais e, conseqüentemente produzem fragmentação ambiental (CAVALCANTE, 2013) acarretando, entre outros impactos ecológicos, a limitação e/ou redução direta nos serviços de polinização.

Para que as populações de plantas possam manter uma diversidade genética, é necessário a presença de grupos de polinizadores e que possam movimentar-se entre os trechos do habitat (KELLER & WALLER, 2002). No entanto a intensa fragmentação florestal por práticas agrícolas, industriais e urbanas, ameaçam a interação entre planta e polinizador devido ao isolamento de fontes de recursos alimentares e, limitações severas de fluxo gênico entre as populações (KEVAN, 1999).

Com a perda de área e qualidade do habitat, a comunidade de abelhas é influenciada negativamente, pois tanto a diversidade quanto a riqueza de espécies são reduzidas comprometendo o serviço de polinização nas plantas seguido do insucesso reprodutivo o que acarreta reduções de frutificação e produção de sementes (KEVAN, 1999; OLIVEIRA, 2011; CAVALCANTE, 2013). O decréscimo na população de polinizadores implica em menor número de doadores de pólen e na quantidade de pólen compatível que seria depositado nos estigmas das flores (MAUÉS & OLIVEIRA, 2010).

A alteração do ambiente, além dos danos à biodiversidade e ao ambiente físico (PIRES, 2012), onde a floresta é substituída por pastagem, as interações atmosfera-vegetação são modificadas, e se as extensões desmatadas forem grandes, podem influenciar até mesmo o clima local e regional (ALVES *et al.* 1999).

Estudos realizados por Alves *et al.* (1999) de janeiro de 1992 a outubro de 1993 no estado de Rondônia, sudoeste da Amazônia, comparando uma área de floresta e outra de pastagem, distantes 80 Km uma em relação à outra, mostram que

a evapotranspiração foi 24% menor na área desmatada, assim como uma precipitação 10% inferior à da área de floresta. As condições em ambientes diferenciados (área desmatada, borda e interior de floresta) e suas diferenças de umidade, iluminação, movimentação do ar podem influenciar nas populações de polinizadores (ROTH, 1987; YAMAMOTO *et al.*, 2007).

A perda de cobertura vegetal sob influência da atividade intensiva de extração de madeira em floresta, resultando na abertura do dossel, mesmo que na faixa de 30% é suficiente para alterar condições microclimáticas (NEPSTAD *et al.*, 1999), e acarretar o declínio da população de agentes polinizadores indireta ou diretamente (AIZEN & FEISINGER, 1994; CASCANTE *et al.*, 2002; ELTZ *et al.*, 2003). Modelos climáticos e estudos dos impactos resultantes do desmatamento na Amazônia, citam uma redução anual na precipitação indo de 5% a 20% e aumento de temperatura do ar próximo à superfície, mensuradas geralmente a 2 metros acima do solo, de 1º a 4º C (OLIVEIRA, 2006; CORREIA *et al.*, 2007).

A modificação de usos da terra desde a década de 1970 até hoje na região amazônica ocasionadas pelos grandes projetos, aberturas de rodovias e, especialmente avanço da pecuária, contribuiu grandemente para a supressão e fragmentação florestal em extensas áreas de ocorrência de castanhais, o que levou a própria criação do termo “Cemitério de castanheiras” (MORITZ, 1984; HOMMA, 2004; SCOLES *et al.*, 2016).

O corte e comercialização da castanheira-do-brasil de áreas de floresta nativas, primitivas ou regeneradas foram proibidos a partir da criação do Decreto nº 1282, de 19 de outubro de 1994 e ainda sua exploração para fins madeireiros por meio do Decreto nº 5975 de 30 de novembro de 2006 (BRASIL, 1994, 2006). A criação da Lei nº 6895 de 1º de agosto de 2006 estabeleceu sua preservação permanente de interesse comum e imune de corte no Estado do Pará com independência de estarem vivas ou mortas. Estas medidas “protetoras” fazem com que seja comum a observação nas regiões de fronteiras agropecuária, uma paisagem desmatada, mas com a presença remanescente de árvores de castanheiras-do-brasil (vivas, moribundas ou mortas) nas margens das estradas e em meio de extensas áreas de pastagem (SCOLES *et al.*, 2016).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a estrutura populacional, os padrões ecológicos e a polinização de castanheiras-do-brasil em áreas antropizadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar as variáveis populacionais, edafológicas e produtivas da população de castanheira-do-brasil entre uma área desmatada e um fragmento florestal adjacente;
- Monitorar a mortalidade de castanheiras-do-brasil nas populações da área desmata e do fragmento florestal por dois anos;
- Caracterizar padrões de visitação dos potenciais polinizadores, por intervalo de tempo e condições meteorológicas, na área desmatada;
- Identificar as principais espécies de abelhas potencialmente polinizadoras de flores de castanheiras-do-brasil em área desmatada.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em uma localidade situada no prolongamento da rodovia BR-163, conhecida regionalmente como estrada do BEC (Noroeste do Pará, Brasil). O nome desta estrada é originário do período militar na década de 1970, pelo fato de ter sido construída pelo 8º Batalhão de Engenharia e Construção (BEC) com a finalidade de prolongar a estrada BR-163, ainda que tal estrada tenha permanecido inacabada (PEREIRA, 2016; SCOLES *et al.*, 2016).

A região é classificada como Floresta Ombrófila Densa de terras baixas (IBGE, 2012), localizada em área de planalto (altitude média de 50 m - S01°26'18.6" W055°49'39.6"), dominada por paisagens profundamente alteradas e desmatadas, fruto da expansão da atividade pecuarista desde a década de 1980 nas margens das estradas principais e ramais nos municípios de Oriximiná e Óbidos (Pará-Brasil) (PEREIRA, 2016; SCOLES *et al.*, 2016; CARDOSO, 2017).

A área de estudo está localizada no ramal do Copaíba, na altura do Km 11 da estrada do BEC, adentrando em cerca de 13 Km na direção oeste, já nas proximidades da comunidade rural de Santa Maria, município de Oriximiná (PA). Neste sítio, foram selecionadas duas áreas com ocorrência de populações de castanheira-do-brasil. Os limites físicos das duas áreas selecionadas coincidiram com os limites das propriedades particulares. O estudo em campo teve autorização expressa dos proprietários rurais.

As duas áreas selecionadas e com presença de *B. excelsa* descrevem-se a seguir (figura 6):

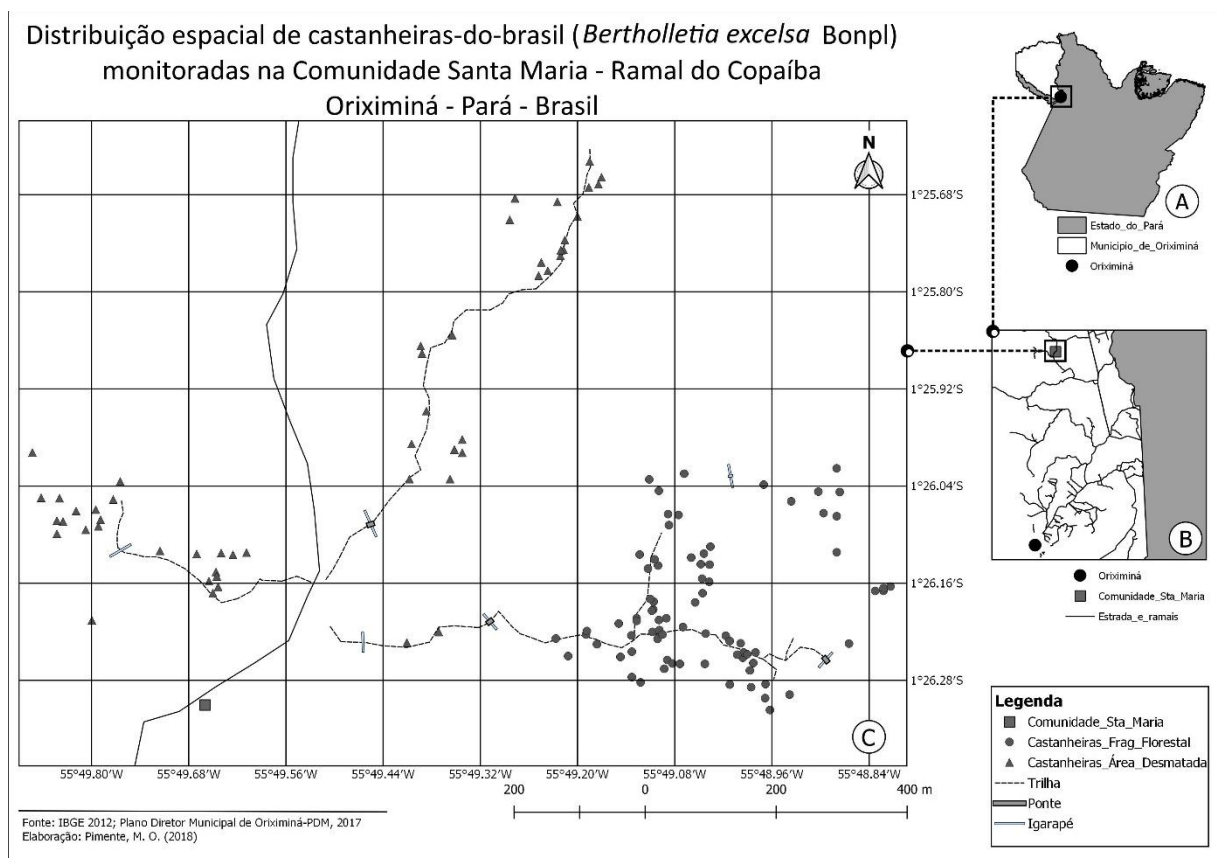
(1) Área Desmatada (AD) por ação antropogênica (convertida em pastagem) com predomínio de vegetação rasteira (gramíneas e pequenos arbustos dispersos), algumas árvores isoladas de castanheiras-do-brasil e presença de gado. Perda de cobertura vegetal provavelmente ocorreu entre 10-13 anos aproximadamente antes deste estudo segundo informantes locais.

(2) Fragmento de Floresta (FF) secundária adjacente com presença abundante de árvores de castanheira-do-brasil (Fig. 6).

A extensão total da área pesquisa foi de 33,65 hectares (área desmatada) e 30,31 hectares (fragmento florestal). Para o estudo de estrutura populacional, na primeira área foram inventariadas 51 castanheiras-do-brasil e na segunda 77

castanheiras-do-brasil. Desta forma a densidade de árvores foi de 1,51/ha na área desmatada e 2,54/ha no fragmento florestal. Os dados de densidade populacional de castanheiras-do-brasil foram obtidos através de uso de perímetro e cálculo de área através do Software QGIS versão 2.18.9.

Figura 6 - Área de estudo. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-Pará/Brasil. A: Município de Oriximiná - Pará; B: Sede do município e comunidade Santa Maria – Ramal do Copaíba; C: Distribuição espacial de castanheiras-do-brasil na área de estudo: Árvores inventariadas em área desmatada (▲) e árvores inventariadas em área de floresta secundária adjacente (●). Base cartográfica: Plano Diretor Municipal (PDM) de Oriximiná 2017.



Fonte: IBGE (2012); PDM (2017); Maico Pimentel (2018).

Quanto ao aspecto climático da região, este é considerado equatorial e úmido com precipitação média anual de 2.000 mm, temperaturas elevadas entre 25° e 26° C, e umidade relativa em torno de 80%. A região possui duas estações bem definidas quanto à precipitação, uma chuvosa que pode ir de dezembro a junho e a com menor índice de pluviosidade, a estação seca, que pode ir de julho a novembro (IDESP, 2012; ALVARES *et al.*, 2013).

Como referência mais próxima à área de estudo, foram utilizados os dados da estação meteorológica de Mineração Rio Norte (Mina Saracá) localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera em Porto Trombetas, distrito do município de Oriximiná (distante cerca de 75 Km da área de estudo).

3.2 COLETA DE DADOS

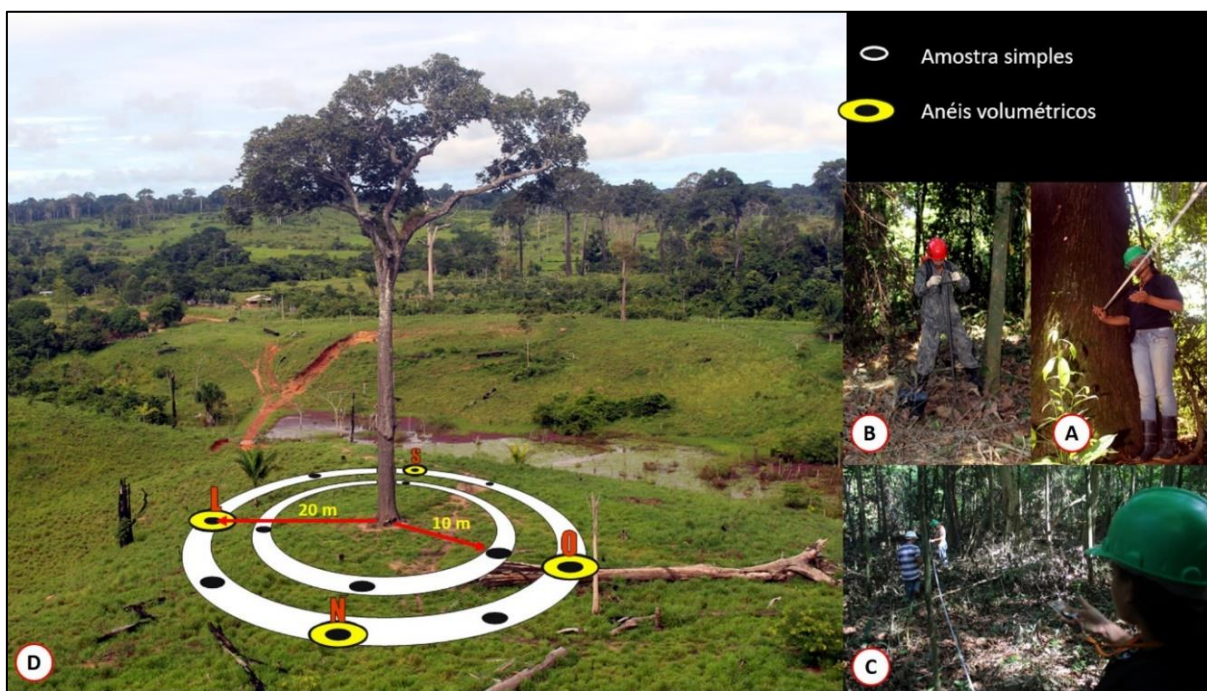
3.2.1 Coleta de amostras de solo para caracterização das áreas amostrais

Para caracterizar e confirmar se há ou não diferenças físicas e químicas de solo entre as áreas estudadas, foram coletadas amostras na área desmatada e no fragmento florestal.

As amostras de solo foram coletadas, usando-se como referência cinco árvores inventariadas escolhidas aleatoriamente em cada área de estudo (desmatada e fragmento florestal). A partir do tronco destas árvores selecionadas, a cada 10 e 20 metros, foram extraídas amostras superficiais simples de todo o solo na faixa de profundidade de 0 a 20 cm com o auxílio de trado holandês (IBGE, 2015). Além das amostras coletadas nos sentidos dos pontos cardeais foram realizadas coletas nos pontos colaterais a distância de 20 metros (Fig. 7).

Nestas mesmas árvores selecionadas em direção dos pontos cardeais, a cada 20 metros, com auxílio de anel volumétrico, foram retiradas amostras para cálculo de densidade de solo (Fig. 7) à profundidade de 20-25cm. Todas as amostras de solo foram acondicionadas em sacolas plásticas e levadas ao laboratório multidisciplinar do Campus de Oriximiná (PA) da UFOPA para análise.

Figura 7 - Coleta de solo para caracterização da área de estudo. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA. A: Árvore sendo usada como referência para coleta de solo; B: Coleta de solo através de uso de trado Holandês; C: Uso de fita métrica e bússola para direcionar as coletas; D: Sentindo das coletas das amostras simples e de anel volumétrico a cada 10 e 20 m a partir do tronco das árvores selecionadas.



Fotos: A, C e D: Maico Pimentel (2017, 2018); B: Melquíades Costa (2017)

3.2.2 Coleta de dados meteorológicos e microclimáticos

No sítio amostral, entre 13 de janeiro à 15 de abril de 2018 foi mensurada a precipitação diária (ml), com o uso de estação pluviométrica artesanal confeccionada para esta finalidade, utilizando para sua confecção um recipiente plástico transparente (garrafa PET) com capacidade conhecida e régua graduada.

Os dados de leitura foram realizados diariamente sempre após as chuvas, e inseridos em planilha específica para análise da precipitação ocorrida na área durante o período de estudo. Para comparação dos dados de pluviosidade obtidos na área deste estudo, consideramos como referência a série de dados de pluviosidade da estação meteorológica na Mina Saracá-Taquera (Oriximiná, PA) nos últimos 11 anos.

Para cada dia de amostragem (período de floração e monitoramento de abelhas) foram verificadas as condições atmosféricas de nebulosidade (cobertura de nuvens), esta aferição foi realizada através de observação visual da abóboda celeste

dividida (visualmente) em oito quadrantes de áreas iguais (VAREJÃO-SILVA, 2005; ECHER *et al.*, 2006; ASSIREU *et al.*, 2012; MOURA, 2015), e descritas de acordo com proporção da fração da área coberta por nuvens em categorias meteorológicas: ensolarado (0/8), pouco nublado (1 a 3/8), nublado (4 a 5/8), muito nublado (6 a 7/8) totalmente nublado (8/8) e chuvoso.

Os dados de temperatura (°C) foram coletados na altura da copa das árvores selecionadas (n=3) para monitoramento e captura de abelhas, foram coletados ainda umidade relativa (% u.r) e velocidade de vento em m/s. Estes dados foram aferidos através de equipamento multiparâmetro portátil (Anemômetro - Luxímetro -Termohigrômetro) a cada 60 minutos desde o início até a hora final em cada dia de captura de abelhas.

3.2.3 Inventário da população de castanheira-do-brasil na área desmatada e fragmento de floresta adjacente

O inventário das árvores de castanheiras-do-brasil vivas adultas (DAP \geq 40 cm) foram conduzidas nas áreas selecionadas (AD e FF servindo como controle). Em cada área foram coletadas a seguintes informações para cada uma das árvores encontradas¹:

- Coordenada geográfica aferida por aparelho Global Position System (GPS) modelo Garmin Montana 650t;
- Mensuração da Circunferência Altura do Peito – CAP (cm);
- Mensuração da projeção de dois galhos da copa em ângulo de 90° um em relação ao outro;
- Mensuração do comprimento do fuste, através do uso de trena digital a laser, do início do solo até a inserção do primeiro galho²;
- Altura da castanheira-do-brasil (aproximada) em metros, através do uso de trena digital a laser, com mensuração iniciando a altura do solo até a altura das folhagens mais altas usadas como obstáculo para leitura².
- Determinação do índice da forma da copa (IC) através de observação direta. IC: a) copa inteira 1; b) $\frac{3}{4}$ partes de copa 0,75; c) metade da copa 0,5; d) $\frac{1}{4}$ parte da copa 0,25;

¹ Neste estudo, as árvores adultas de castanheira têm Diâmetro Altura do Peito (DAP) \geq 40 cm conforme propõe parte da literatura especializada (VIANA *et al.*, 1998; ZUIDEMA & BOOT, 2002; SCOLES & GRIBEL, 2011, 2012 e 2015).

² Visualização da medição é acessível pelo Canal do Youtube: <https://youtu.be/vbCXLuqJl4E>

- Estimativa da distância (m) com a castanheira-do-brasil viva mais próxima através de GPS;
- Estimativa da distância (m) com a borda da floresta (Software QGis).

3.2.4 Contagem e biometria de frutos

A contagem dos frutos (ouriços) presentes na copa das árvores foi realizada somente nas castanheiras inventariadas (fig. 6) que estavam dentro do intervalo de tamanho entre 100 e 200 cm de DAP e distância ≥ 50 m uma em relação a outra em cada área, perfazendo um total de 22 indivíduos na área desmatada e 16 no fragmento florestal.

A contagem de frutos foi realizada no período anterior a produção de flores, no mês de agosto (2017) coincidindo com a perda temporal de folhas, o que facilitou a visualização dos ouriços na copa das árvores. Os frutos foram conferidos através de observação visual com auxílio de binóculo prismático (10x50) e contador manual com capacidade numérica de 9.999.

A segunda etapa de contagem foi realizada com as mesmas árvores (n=22 da área desmatada; n=16 de fragmento florestal) durante os meses de queda dos frutos, janeiro a março de 2018, buscando confirmar se a quantidade de frutos caídos coincidia com a contagem realizada ainda na copa. Nesta fase, foram coletados ainda cinco ouriços de cada uma das árvores e mensurados a circunferência do ouriço, altura dos ouriços, peso dos ouriços, quantidade de sementes por ouriço e quantidade de sementes “chochas” (não fecundadas) em cada ouriço.

Adicionalmente foi verificada a quantidade de castanhas-do-brasil (sementes) coletadas (em sacas/hectolitros) pelos proprietários em cada área amostral, afim de corroborar os resultados de frutos aferidos na primeira e segunda etapa de contagem.

3.2.5 Monitoramento da mortalidade de castanheiras-do-brasil

Foi verificada entre abril de 2016 e abril de 2018 (dois anos) a taxa de mortalidade das castanheiras-do-brasil inventariadas neste estudo (51 da área desmatada e 77 da área de fragmento florestal) observando as causa de sua morte: 1) refegas de vento arrancando ou quebrando as árvores na base, 2) atingidas por raios ou 3) morte por outros fatores (antropogênicos).

3.2.6 Monitoramento dos visitantes florais e frequência de visitação

Para o monitoramento dos visitantes florais foram selecionadas apenas as árvores que apresentavam características que resguardassem a segurança e viabilidade da metodologia dentro do intervalo entre 100 e 200 cm de DAP. Testes prévios em árvores mais baixas, mostraram que para esta etapa ser realizadas de modo seguro, não bastava apenas ter floração, havia a necessidade de as árvores selecionadas tivessem algumas características importantes: 1) um galho de permanência onde o coletor ficava por todo o período do monitoramento (máximo 06 horas) e acima deste, 2) um galho de segurança, por onde o cabo de ascensão passava, e 3) presença de flores nos galhos mais próximos possíveis ao galho de permanência, que permitissem a visita das abelhas potencialmente polinizadoras. Estas condições, reduziram para 3 o número de árvores selecionadas para monitoramento da polinização e impediu a ascensão em árvores localizadas no fragmento florestal.

O monitoramento (observação) dos visitantes florais foi realizado entre os meses de janeiro a março de 2018 (no auge da floração das castanheiras-do-brasil), no horário sempre que possível, compreendido entre às 05:00 e 11:00 horas, horário solar³ na região, que é cerca de 1 hora de diferença em relação ao fuso horário oficial do estado do Pará, sendo possível desta forma, apenas a escalada em uma árvore por dia.

A escolha desse horário para o monitoramento se deve pelos registros de estudos descrevendo que as abelhas polinizadoras das flores de castanheira-do-brasil iniciam suas atividades logo nas primeiras horas do dia (MÜLLER *et al.*, 1980; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2012, 2018). As panículas com flores abertas eram monitoradas quanto:

a) Atividade de abelhas: considerando quando havia a presença de abelhas e estas pairavam, pousavam e/ou entravam nas flores, podendo ser capturadas ou não;

b) Captura de abelhas: realizada sempre que possível com coleta de todas as abelhas que ao visitarem as flores próximas ao coletor adentraram nesta.

³ Visualização de captura acessível pelo Canal do Youtube em: <https://youtu.be/VVFJwxC7D94> e https://youtu.be/WgcASTpl_h4

Esta metodologia possibilitou a anotação em planilha específica do número de abelhas que visitaram ou foram capturadas, e sua relação com horário, condições meteorológicas e variáveis microclimáticas (ver 3.2.2).

A presença de abelhas durante as atividades de visita e polinização (provável) era possível graças à metodologia, onde o coletor ficava na parte interna da copa de cada árvore, permitindo assim a observação das abelhas que visitavam as panículas, e não apenas uma porção desta como para observadores que ficam em andaimes próximo à copa (CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018).

3.2.7 Captura de abelhas

As capturas das abelhas que visitaram as flores das castanheiras-do-brasil foram realizadas durante as atividades de monitoramento destes visitantes, de forma ativa e somente após a sua entrada nas flores, garantindo assim que tinham a força e o vigor suficiente para serem consideradas potencialmente polinizadoras dessas flores.

Uma diferença significativa desta pesquisa para outros estudos até então realizados (MÜLLER, 1980; CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018), foi o fato de que nesses locais os polinizadores foram capturados em plantações de castanheiras-do-brasil com árvores em média de até 20 metros de altura, o que permitiu assim aos pesquisadores a construção de andaimes próximo a copa dessas árvores facilitando a captura.

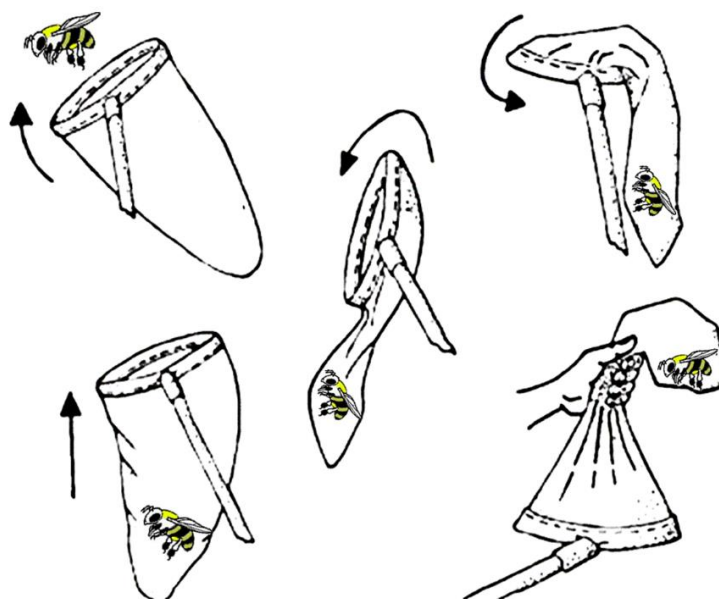
Por sua vez, este estudo foi realizado em áreas de ocorrência natural da espécie (árvores remanescentes oriundos de ecossistemas florestais) com árvores que facilmente ultrapassaram os 40 metros de altura, o que impossibilitou a construção de andaimes por conta das dificuldades operacionais derivadas da altura das castanheiras-do-brasil e alternativamente, optou-se pelo método de ascensão vertical em árvore (escalada até a copa da árvore), procedimento mais exigente em termos técnicos de preparação. Neste sentido, para efetuar com segurança a coleta de dados em altura, o pesquisador realizou um curso de escalada vertical junto à empresa especializada na cidade de Santarém (PA) e efetuou compra de Equipamento de Proteção Individual e equipamentos de alpinismo para a ascensão vertical e rapel.

3.2.7.1 Captura ativa por rede entomológica

Nas pesquisas realizadas com o intuito de estudar insetos, geralmente se emprega o método de captura ativa, procedimento este empregado com o uso de redes entomológicas (puçás), na qual os espécimes alvos são capturados quando em voo ou pousados sobre flores (RAFAEL, 2002; SILVEIRA, 2002; AGUIAR & GLAGLIANONE, 2008; CAVALCANTE, 2008; FARIAS, 2013).

A rede entomológica é passada “varrendo” a área por cima das flores e em seguida dobrada sobre si mesma a fim de não deixar os espécimes capturados escaparem (Fig. 8). Este aparelho geralmente é constituído de um cabo de madeira ou outro material leve como o alumínio, podendo ser articulado, rosqueável ou ainda retrátil. O cabo é preso a um aro com um saco confeccionado na maioria das vezes de tecido leve e transparente tendo até 1 metro de profundidade. O aro geralmente tem o diâmetro que vai de 20 a 50 centímetros (RAFAEL, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2002; FARIAS, 2013).

Figura 8 – Esquema de captura ativa por rede entomológica (puçá).



Fonte: Rafael (2002); Farias (2013).

Esquema de captura adaptado de Manual de Entomologia Geral, elaborada pelo Dr. Paulo Roberto Silva Farias, professor na Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências Agrárias.

3.2.7.2 Rede entomológica de funil

Neste trabalho, a metodologia de captura na copa da árvore precisou de modificações enquanto método convencional de captura das abelhas por rede entomológica (Fig. 9), pois a varredura por cima das flores ficava impossibilitada. Também o método de captura necessitou de adequações para garantir assim a eficiência na captura e, no próprio design da rede (Fig. 9; Quadro. 1).

Em relação a captura, algumas peculiaridades comportamentais observadas nas abelhas que fazem uso das flores de castanheira-do-brasil, como o fato de que ao adentrarem as flores, as abelhas não saem antes de adquirir sua recompensa mesmo que a panícula seja submetida a “sacolejos” ou movimentos mais fortes, e ainda pelo fato de que a maioria das abelhas saem de “costas” à entrada das flores reforçaram a recomendação de usar a rede entomológica convencional, mas com adaptações (Fig. 9; Tab. 1) sendo:

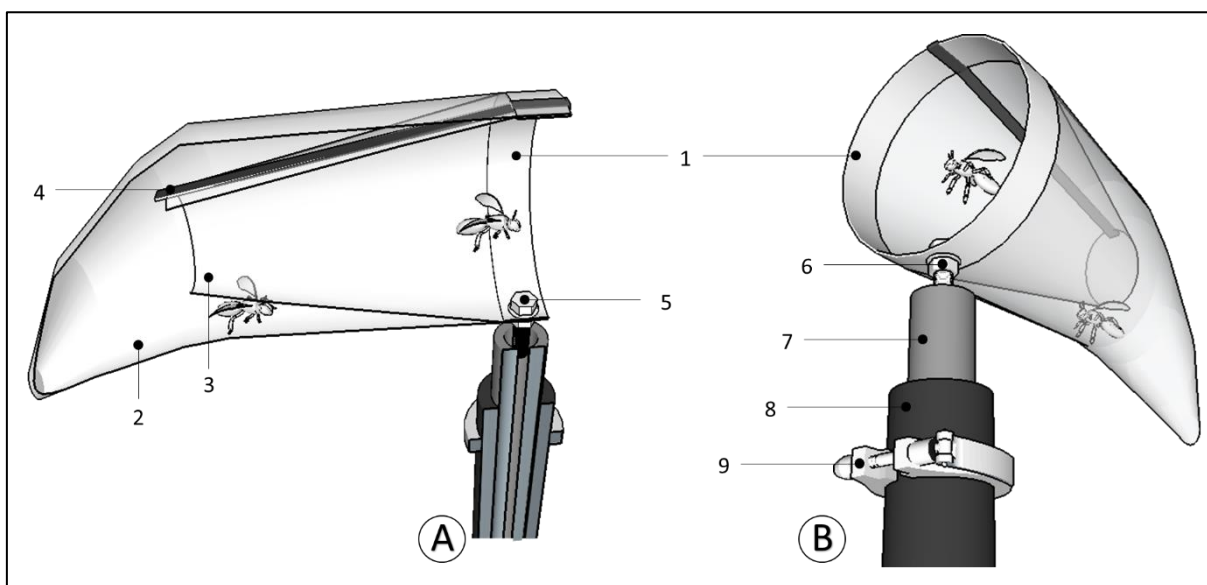
- a) Aro com diâmetro suficiente para encobrir a panícula de flores ou flores isoladas em que as abelhas adentraram (≥ 05 cm);
- b) Rede ou saco coletor duplo:
 - Rede externa com o fundo fechado;
 - Rede interna menor, com fundo vazado (forma de funil), permitindo a entrada das abelhas e as aprisionando entre as duas redes;
 - Na parte superior interna do aro, uma pequena haste de material maleável, para que a rede interna não bloqueie a entrada.
- c) Rede externa e interna confeccionadas com material de cor vermelha, pois a maioria das abelhas possuem uma baixa sensibilidade de visão as cores deste espectro (KARL von FRISCH, 1950; KEVAN, 1983; GIURFA *et al.*, 1995) e garantir assim que a abelha não perceba a presença da rede entomológica.

A confecção da rede entomológica de funil pode ser melhor observada na figura 9 e na tabela 1.

A rede entomológica de funil é colocada sobre a flor em que a abelha adentra e aguardada a saída espontânea que, ao voarem passam pelo funil e ficam aprisionadas entre as duas redes. Isto possibilita que a permanência de coleta na copa seja realizada por um tempo mais longo caso necessário, sem a preocupação das abelhas capturadas escaparem.

A captura foi realizada para cada abelha que ao visitar as flores próximas ao coletor, adentraram nas flores, garantindo assim que estas abelhas são potenciais polinizadoras, uma vez que somente se consideram polinizadores de castanheira-do-brasil, abelhas com suficiente força para levantar a lígula e adentrar estas flores (MORI, 1988; MAUÉS, 2002).

Figura 9 - Esquema de Rede entomologia adaptada com rede interna em forma de funil para a captura de abelhas em dossel. A: corte longitudinal da rede entomologica de funil 1) Aro com borda revertida, 2) Rede externa com fundo fechado, 3) Rede interna com fundo vazado, em forma de funil, 4) haste para que as redes não bloqueiam a entrada dos espécimes alvo, 5) parafuso e arruela de fixação do aro no cabo; B: 6) arruela e porca de fixação inferior do aro, 7) tubo de ½ polegada, 8) tubo de ¾ polegada, 9) aperto rápido para definir o comprimento de alcance do cabo.



Fonte: Maico Pimentel (2017).

*Sob processo final de patente. Processo nº BR 20 2019 007069 8⁴

⁴ A tecnologia referente se encontra sob processo de patente junto ao INPI com Depósito/Protocolamento pela Agência de Inovação Tecnológica da UFOPA, nº de Processo BR 20 2019 007069 8.

Quadro 1 - Processo de fabricação da Rede entomológica de funil (Maico Pimentel).

	Descrição	Material	Detalhes
Rede entomológica de funil*	Aro Diâmetro \geq 05 cm	Alumínio	Diâmetro suficiente para encobrir a panícula de flores ou flores isoladas em que as abelhas adentraram (\geq 05 cm). Fixada no cabo através de parafusos, porcas e arruelas.
	Rede Coletora Dupla Rede externa Fundo fechado	Tecido transparente e fino (organza)	Material na cor vermelha, pois a maioria das abelhas possuem baixa sensibilidade de visão as cores deste espectro (KARL von FRISCH, 1950; KEVAN, 1983; GIURFA <i>et al.</i> , 1995).
	Rede interna Fundo vazado (forma de funil) até 2/3 da rede externa		
	Haste do Aro Fixada na parte superior do aro.	Material maleável (abraçadeiras de nylon)	Evita que o saco interno da rede bloqueie a entrada.
	Cabo retrátil Define o comprimento adequado para alcançar as flores.	1 tubo de alumínio ou PVC de ½" dividido ao meio; 1 tubo de alumínio ou PVC de ¾" dividido ao meio; aperto rápido de canote de bicicleta.	O tubo de ½" é inserido no tubo de ¾". O aperto rápido auxilia e define o comprimento adequado. Cor: vermelha.

Fonte: Maico Pimentel (2017).

* Sob processo final de patente. Processo nº BR 20 2019 007069 8⁴.

3.2.8 Classificação e identificação dos indivíduos capturados

Todos os insetos capturados foram colocados em câmara mortífera contendo etileno glicol 10% ainda na copa da árvore amostrada. Cada coleta teve o registro com as referências da árvore em que os espécimes foram coletados (RAFAEL, 2002; SILVEIRA, *et al.*, 2002; JR DAVID *et al.*, 2005) bem como horário, condições meteorológicas e variáveis microclimáticas mensuradas (ver 3.2.2).

Os insetos foram montados e secados em estufa a cerca de 40° C de 24 a 48 horas (SILVEIRA *et al.*, 2002), no Laboratório multidisciplinar do Campus de Oriximiná (PA) da UFOPA. Cada espécime foi alfinetado com uso de alfinete entomológico nº 3 e teve os dados das coletas inseridos em etiquetas para posterior identificação taxonômica.

A identificação dos insetos até a categoria de espécie ou gênero foi realizada no laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia, coordenado pela Dra. Favízia Freitas

de Oliveira taxonomista reconhecida em identificação de himenópteros. O material testemunho encontrasse depositado no mesmo laboratório de identificação.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 Análise de Solo

Para caracterizar e evidenciar se há diferença físico-química do solo entre a área desmatada e a área de fragmento florestal, foram realizadas análises de densidade, granulometria e acidez nas amostras de solo compostas, de ambas as áreas de estudo (EMBRAPA, 1997, 2011, 2017).

3.3.1.1 Análise de densidade

Para análise de densidade, as amostras de solo foram coletadas com auxílio de anel volumétrico, sendo as amostras pesadas em balança analítica e logo em seguida colocadas para secar em estufa à temperatura de 105° C por 24 horas.

Para a análise de densidade do solo, foi realizado primeiramente o cálculo do anel volumétrico seguindo a equação:

$$V_c = \frac{\pi d^2 \times h_c}{4}$$

onde:

V_c = volume do anel, dm^3

d = diâmetro do anel, dm

h_c = altura do anel, dm

Em seguida, a densidade do solo foi determinada através da equação:

$$DS = \frac{m}{V_c}$$

em que: DS = Densidade do solo, $g.cm^3$;

m = massa de solo seco;

V_c = volume do anel, cm^3

3.3.1.2 Análise de granulometria

Para a análise de granulometria, foram retiradas de cada amostra composta, cerca de 15 gramas de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), previamente

pesados em Becker individuais de 250 ml. Em cada Becker foram acrescidos 50 ml de hexametáfosfato de sódio 3% para dissociação das frações de silte, argila e areia, logo após as amostras foram deixadas em repouso por 1 hora.

Em seguida as amostras foram agitadas à 600 rpm por 30 minutos com auxílio de agitador magnético. As amostras após esta fase foram tamisadas em peneira de 0,053 mm para separar o silte a argila e a areia. A fração de areia de cada uma das amostras foi colocada em placa de petri individual, e foram postas em estufa para secagem à temperatura de 105° C e pesada em balança analítica em seguida (EMBRAPA, 2017).

Após a retirada da fração de areia, a amostra restante contendo argila e silte foi colocada em repouso para decantação por 2 horas, após este período a fração líquida contendo argila foi descartada com auxílio de pipeta Pasteur e o silte decantado foi levado a secar em estufa à temperatura de 105° C e pesado em seguida. A partir das frações de areia, silte e argila se caracterizou a classe de textura encontrada para cada amostra/área de acordo com o triangulo do grupamento textural (IBGE, 2015).

3.3.1.3 Análise de acidez

A acidez dos solos amostrados em ambas as áreas foi aferida através do método de pH em água, conforme protocolo de análises químicas do INPA. Neste método utilizam-se 10 gramas de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) das amostras compostas de cada área, que com acréscimo de 25 ml de água são agitadas, deixadas em repouso, após 40 minutos novamente agitadas e em seguida realizada leitura por pHmetro.

3.3.2 Análise de dados dendrométricos

A partir da coleta de dados em campo, calculou-se a área de copa de cada uma das árvores inventariadas seguindo a metodologia de Scoles & Gribel (2011, 2012, 2015).

$$\text{Área de copa} = ic^*[\pi^* (r_1^*r_2)].$$

Onde:

ic=índice de copa; r_1 e r_2 são a projeção de um galho da copa no chão (r_1 e r_2 em ângulo de 90°).

O Diâmetro Altura do Peito (DAP) calculou-se a partir da circunferência à altura do peito (CAP) mediante conversão geométrica ($DAP=CAP/\pi$).

3.3.3 Análises estatísticas (comparação entre áreas)

Foram testadas as diferenças entre a área desmatada e de fragmento florestal em relação às variáveis dendrométricas (diâmetro, área de copa, altura do fuste, comprimento) das árvores, distância entre árvores vizinhas e produção de frutos.

Para as variáveis quantitativas foram realizadas estatísticas descritivas e foi aplicado o teste de Lilliefors no intuito de verificar a normalidade das amostras. Após isso, quando os resultados confirmaram normalidade das amostras, para comparar estas variáveis nas duas áreas, usou-se Teste t, caso contrário, empregou-se o teste Mann-Whitney.

Para análise de mortalidade das árvores e fertilidade das sementes, as diferenças nas duas áreas amostradas foram testadas mediante Qui-quadrado.

Foi verificado se havia correlação da produção de frutos com o diâmetro das árvores e, correlação da produção de frutos com a área de copa, através da análise de correlação linear de Pearson (amostras com normalidade) ou Spearman (amostras sem normalidade).

A análise de dados dos polinizadores foi realizado conforme a frequência de visitação (diretamente relacionado com o número de insetos capturados), agrupando as repetições por dia e condição meteorológica.

Para as análises estatísticas foram usados os programas Microsoft Office Excel 2016 e BioEstat Mamirauá 5.3.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE SOLO

4.1.1 Densidade do solo

Os solos analisados têm densidades semelhantes entre as duas áreas comparadas (desmatada-florestada, Tab. 2) A média de densidade do solo para área desmatada foi de $1,13 \pm 0,10$ g.cm³ e, no fragmento florestal foi de $1,20 \pm 0,14$ g/cm³. As densidades encontradas na área desmatada e no fragmento florestal neste estudo são semelhantes entre si, não tendo diferença significativa ($p=0,13$ teste t).

Tabela 1 - Resultados de densidade, granulometria e acidez do solo na área desmatada e fragmento florestal. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.

Área de estudo (Amostras)	Densidade (g.cm ³)	Granulometria			Classe Textural	Acidez (pH)	
		Areia %	Silte %	Argila %			
Área desmatada	CCAB03	1,24	55,00	34,95	10,05	Franco-arenosa	4,62
	CCAB30	1,14	62,62	28,67	8,72	Franco-arenosa	4,59
	CCAB40	1,07	43,52	38,94	17,54	Franca	4,70
	CCAB42	1,08	20,28	53,68	26,04	Franco-Siltoso	4,56
	CCAB49	1,11	49,60	36,80	13,60	Franca	4,44
	MÉDIAS	1,13±0,10	46,20	38,61	15,19	Franca	4,58±0,09
Fragmento Florestal	CCF29	1,16	56,30	36,43	7,27	Franco-arenosa	4,24
	CCF35	1,07	23,32	59,20	17,48	Franco-siltosa	4,08
	CCF37	1,07	47,28	45,01	7,71	Franca	4,09
	CCF44	1,30	65,72	25,52	8,77	Franco-arenosa	4,09
	CCF53	1,33	70,60	19,77	9,62	Franco-arenosa	4,30
	MÉDIAS	1,20±0,14	52,64	37,19	10,17	Franco-arenosa	4,16±0,10

Fonte: Maico Pimentel (2018).

Estes resultados de densidade de solo diferem aos encontrados nas pesquisas em áreas próximas (distantes cerca de 12,5 Km), por Pereira (2016) e Cardoso (2017) no sítio de Nova Betel (Tab. 3). Em ambos os estudos, a densidade do solo foi significativamente maior na área desmatada em relação à área florestada e sua explicação mais plausível era o maior grau de compactação do solo em áreas de pastagem por pisoteio repetido do gado. De fato, a compactação de solo em áreas desmatadas é um processo ao longo do tempo que pode ser proveniente do

pisoteio animal (tempo e intensidade) ou mecanização da área, sendo este processo limitante no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois a compactação pode reduzir a disponibilidade de água e de nutrientes necessários às plantas (REICHERT *et al.*, 2003, COSTA *et al.*, 2009).

Na comunidade de Santa Maria, as áreas desmatadas, as quais tiveram sua área florestal suprimida para dar lugar a pastagem de criação bovina, não mostraram uma compactação de solo mais alta quando comparada com as áreas adjacentes florestais. Isto se deve provavelmente por se tratar de áreas relativamente recentes, em torno de 10 a 13 anos segundo informações dos proprietários. Outro fator que deve ter colaborado para esses resultados de densidades baixas no solo é, que não há registros de mecanização da área e a presença bovina na pastagem é realizada em sistema de rodízio, trocando o gado de quadro periodicamente.

4.1.2 Granulometria do solo

Em geral os solos analisados da área de estudo, de acordo com o grupamento textural, são de textura média (IBGE, 2015; Tab. 2) confirmando a descrição feita em solos de áreas próximas: Boa Vista e Nova Betel, Estrada do BEC (IBGE, 2015; PEREIRA, 2016; CARDOSO, 2017).

Se considerarmos comparação destes resultados aos dados de estudos de Reichert *et al.* (2003) que afirmam que em áreas de solo médio, como as encontradas neste estudo, para que as plantas tenham um bom desenvolvimento a densidade limitante deve ser de 1,55 g.cm³, podendo ocorrer restrição do desenvolvimento das raízes caso as densidades sejam mais elevadas, logo, a região da área estudada em Santa Maria apresenta bons índices para o desenvolvimento das plantas (Tab. 2). No entanto esta relação está mais voltada para a agricultura (culturas anuais) e plântulas, do que para árvores adultas de ocorrência florestal, uma vez que árvores tem um ciclo mais longo para a resposta solo-planta e ainda ser dependente de fatores climáticos e de ação antropogênica (SUZUKI *et al.*, 2010), logo essa relação deve ser melhor averiguada.

4.1.3 Acidez do solo

As amostras de solo foram ácidas tanto para a área desmatada quanto para o fragmento florestal, com valores abaixo de 5 (Tab. 2), sendo

significativamente mais ácidas nas áreas florestais (Tab. 2). Estudos realizados em áreas próximas registraram a mesma tendência: menor acidez em áreas desmatadas (PEREIRA, 2016; CARDOSO, 2017; Tab. 3).

As propriedades físico-químicas do solo bem como as características relacionadas com a disponibilidade de nutrientes são descritas como fatores de importância para a produção de frutos da castanheira-do-brasil (ZUIDEMA, 2003). Estas árvores apresentam bom desenvolvimento e boa produção de frutos quando presentes em solos ácidos de valores de pH abaixo de 5,0 (COSTA *et al.*, 2017).

O auxílio na acidificação do solo por estas plantas nas áreas em que estão presentes, se devem pela remoção de bases trocáveis do solo, ocorrendo quando estas plantas absorvem através das raízes cátions e liberam hidrogênio e ainda pela formação de matéria orgânica por parte da liteira (LOCATELLI *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2017).

Tabela 2 - Comparação da produção de frutos e propriedades de solo em diferentes ambientes e áreas de estudo próximas (12,5 Km) à comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA. Valores médios e seu desvio padrão, em parêntese as máximas e mínimas. Letras diferentes entre áreas indicam diferença significativa ($p < 0,05$). *Este estudo; ** Cardoso, 2017; ***Pereira, 2016.

Área de estudo/sítio	Produção de frutos por árvore		Acidez do solo (pH)		Densidade do solo (g.cm ³)	
	Fragmento Florestal	Área Desmatada	Fragmento Florestal	Área Desmatada	Fragmento Florestal	Área Desmatada
Sta Maria*	14,9±19,3 (64;0) ^a	39,2±40,2 (132; 0) ^b	4,16±0,10 (4,3;4,1) ^a	4,58±0,09 (4,7;4,4) ^b	1,20±0,14 (1,33;1,07) ^a	1,13±0,10 (1,24;1,07) ^a
Boa Vista **	21,8±24,1 (100; 0) ^a	1,0±2,7 (12; 0) ^b	5,0± 0,1 (5,2;4,7) ^a	5,0±0,4 (5,8;4,5) ^a	1,5±0,1 (1,7;1,2) ^a	1,6±01 (1,8;1,4) ^b
Boa Vista ***	77,5±100,7 (410; 0) ^a	3,7±2,5 (8; 0) ^b	4,9±0,1 (5,2; 4,7) ^a	5,04±0,4 (5,8; 4,5) ^a	1,06±0,05 (1,1; 1,0) ^a	1,14±0,05 (1,2; 1,1) ^b
Nova Betel***	76,9±49,9 (209; 9) ^a	3,2±1,7 (8; 0) ^b	4,8±0,2 (5,3; 4,5) ^a	5,2±0,6 (7;4,7) ^a	1,16±0,25 (1,8; 1,0) ^a	1,23±0,18 (1,5; 1,0) ^a

Fonte: Amauri Pereira (2016); Gilnei Cardoso (2017); Maico Pimentel (2018).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DIFERENCIAL DAS POPULAÇÕES DE CASTANHEIRAS-DO-BRASIL ENTRE ÁREA DESMATADA E FRAGMENTO FLORESTAL

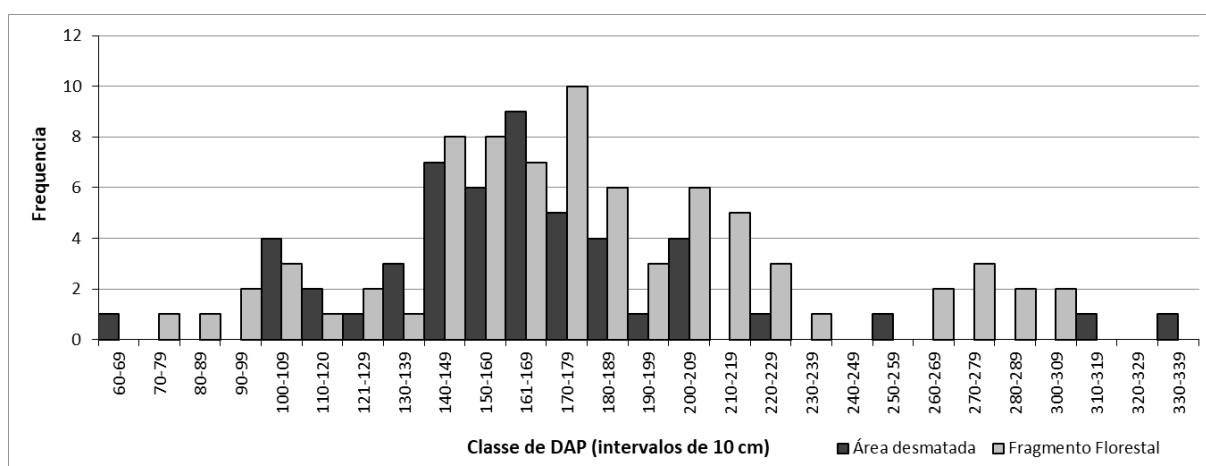
4.2.1 Estrutura populacional

Nas populações de castanheiras-do-brasil inventariadas na comunidade de Santa Maria, nota-se que a maioria das árvores encontram-se na fase senescente, esta fase de árvores envelhecidas são descritas tendo diâmetro (DAP) acima de 160 cm, não sendo necessariamente as mais produtivas (ZUIDEMA &

BOOT, 2002; KAINER *et al.*, 2007, WADT *et al.*, 2008; GUEDES *et al.*, 2014; SCOLES & GRIBEL, 2015; SCHONGART *et al.*, 2015). As árvores dentro deste diâmetro estão representadas por 53% (n=27) da população da área desmatada e 65% (n=50) na população da área no fragmento florestal (Fig. 10).

As árvores de castanheiras-do-brasil consideradas como as mais produtivas são aquelas com presença de diâmetro na faixa intermediária, com DAP compreendido entre 80-160 cm (ZUIDEMA & BOOT, 2002; KAINER *et al.*, 2007, WADT *et al.*, 2008; GUEDES *et al.*, 2014; SCOLES & GRIBEL, 2015). Neste estudo essa faixa de diâmetro corresponde a 45% (n=23) das castanheiras-do-brasil inventariadas na população de área desmatada, contra 34% (n=26) no fragmento florestal.

Figura 10 - Distribuição de frequências da classe de DAP (cm) de castanheiras-do-brasil em área desmatada (barras escuras) e fragmento florestal (barras claras), na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.



Fonte: Maico Pimentel (2018).

Os dados de estrutura populacional mostram baixa regeneração nessas populações, com 2% (n=1) das castanheiras-do-brasil de área desmatada e 1% (n=1) na área florestada de árvores com DAP 40-80 cm, onde as árvores presentes nesta faixa de diâmetro são consideradas sendo reprodutoras jovens. Estes dados coincidem com os do levantamento populacional de castanheiras-do-brasil feitas na mesma região de estudo, nas margens de estrada da região do planalto do município de Oriximiná e Óbidos (Scoles *et al.*, 2016), onde apenas 1% das árvores vivas amostradas tinham DAP 40-80 cm.

A baixíssima presença de árvores reprodutivas jovens (DAP, 40-80 cm) nas áreas de estudo da comunidade de Santa Maria, bem abaixo da média estimada no Lago Sapucaá (35% de árvores), na região do rio Trombetas (14,8%) ou ainda as encontradas por Salomão (2009) no platô Almeida (7%), pode ser explicada pelas repetidas perturbações que sofre a área de estudo, pois ainda que a regeneração e adensamento seja mais alto em castanhais manejados (Scoles & Gribel, 2011; 2015; Guedes *et al.*, 2014; Aragão, 2015), se a perturbação é contínua e/ou intensa, a regeneração das populações de castanheira-do-brasil acabam-se.

A dificuldade de recrutamento de indivíduos jovens somado ao envelhecimento dos castanhais, pode comprometer a renovação da sua população bem como sua capacidade de sustentabilidade produtiva (GUEDES *et al.*, 2014; DIONISIO *et al.*, 2017).

Castanheiras-do-brasil têm uma boa resposta de crescimento e regeneração em áreas que passaram por supressão florestal, sejam roçados abandonados (capoeiras) ou em clareiras abertas em meio a floresta, desde que essas áreas sejam mantidas em pousio, sem o uso das áreas para novo roçado ou pastagem de gado, ou sem uso repetido de fogo para renovação de pastagem e/ou limpeza de capoeira (PEREIRA, 1994; GUEDES *et al.*, 2014; SCOLES *et al.*, 2014).

4.2.2 Densidade populacional

Ao considerarmos a área desmatada utilizada neste estudo, a densidade de árvores presentes foi de 1,5/ha, e a densidade de árvores presentes no fragmento florestal foi de 2,5/ha. A densidade de árvores por hectare é baixa em relação as densidades encontradas nos castanhais da bacia do rio Trombetas como no lago Sapucaá (Oriximiná/PA) com densidades médias de 9,3 árvores adultas/ha (ARAGÃO, 2015), ou na extensa região do Rio Trombetas (acima de Porto Trombetas) e Rio Erepecuru com densidade média de 6,3 árvores adultas/ha (SCOLES & GRIBEL, 2012). Por sua vez, no platô Almeida da Floresta Nacional de Saracá-Taquera as densidades populacionais foram bem próximas às registradas na área desmatada da região de estudo (SALOMÃO, 2009; 1,5 árvores/ha).

Densidades mais baixas com presença de árvores adultas (≥ 40 cm) foram registradas por Rockwell *et al.* (2017), em três áreas florestadas na Amazônia Peruana, sendo descrita a densidade de castanheiras-do-brasil de 0,95/ha na primeira área, 0,63/ha na segunda e 0,58/ha para a terceira área.

Estes pesquisadores concluíram que a densidade populacional pode ser bastante baixa, quando apenas uma fração da área total é amostrada, gerando assim estimativa para a população de castanheiras-do-brasil, e pode mostrar densidades altas quando o n amostral for para 100% da área.

O declínio de árvores nas populações de plantas silvestres, está intimamente relacionado com o mau uso das áreas e atividades antropogênicas como pastoreio, sendo esta última, uma das principais causas para baixos índices na densidade de indivíduos jovens e, aquelas populações formadas apenas por plantas adultas podem então estar condenadas à extinção (GIROLDO & SCARIOT, 2015).

Para que a densidade populacional de indivíduos jovens de castanheiras-do-brasil possa ser recuperada, as áreas que tiveram sua vegetação original retirada, devem ser mantidas em pousio e o tempo de rotação de uso deve ser aumentada (PEREIRA, 1994; GUEDES *et al.*, 2014; GIROLDO & SCARIOT, 2015), o que não ocorre na área de Santa Maria. *Bertholletia excelsa* é considerada exigente de luz para seu crescimento e desenvolvimento inicial (ZUIDEMA, 2003; SCOLES *et al.*, 2011, 2014), logo, em áreas desmatadas as recomendações de mitigação de pousio por exemplo, o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência das plântulas permitiriam a recuperação da estrutura populacional, sendo propiciada ainda alta incidência de luz solar nestas áreas e baixa competitividade por outras plantas arbóreas (ZUIDEMA, 2003; SCOLES *et al.*, 2011, 2014; GIROLDO & SCARIOT, 2015).

Em áreas de ocorrência natural, a regeneração da população de castanheiras-do-brasil sem que haja a interferência humana, é associada a presença de dispersores, principalmente cutias (*Dasyprocta punctata* e *Dasyprocta leporina*), que são os únicos predadores das sementes desta árvore, capazes de abrir os frutos lenhosos caídos no chão da floresta, para se alimentarem das amêndoas. A dispersão ocorre indiretamente pelo hábito que estes mamíferos têm, de armazenar as sementes não consumidas na hora, enterrando-as para servirem de alimentação posteriormente e assim, sendo esquecidas ou não mais encontradas por estes animais (MORITZ, 1984; MORI & PRANCE, 1990; ORTIZ, 2002; ZUIDEMA & BOOT, 2002; KAINER *et al.*, 2007; HAUGAASEN *et al.*, 2010; SCOLES & GRIBEL, 2011, 2012, 2015).

4.2.3 Distância média entre castanheiras-do-brasil

Na população de castanheiras-do-brasil da área de fragmento florestal a distância mínima média entre árvores de castanheira-do-brasil foi de $28,0 \pm 21,2$ metros, significativamente menor (Teste Mann-Whitney, $p=0,02$) que na área desmatada (média de $40,6 \pm 35,1$ m). (Tab. 4) coincidindo com estudos realizados em áreas próximas por Cardoso (2017).

A distância pode influenciar negativamente no processo de polinização, pressupondo que maiores distâncias entre árvores, ocasionaria em menor eficiência dos agentes polinizadores, que podem assim permanecer por mais tempo na copa da mesma árvore acarretando em tese autofecundação abortiva e insucesso reprodutivo (WADT *et al.*, 2015; CAVALCANTE, 2013).

Tabela 3 - Comparação da produção de frutos e distância entre árvores em diferentes ambientes e áreas de estudo próximas (12,5 Km) à comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA. Valores médios e seu desvio padrão, em parêntese as máximas e mínimas. Letras diferentes entre áreas indicam diferença significativa ($p < 0,05$). *Este estudo; ** Cardoso, 2017; ***Pereira, 2016.

Área de estudo/sítio	Produção de frutos por árvore		Distância média entre árvores	
	Área Desmatada	Fragmento Florestal	Área Desmatada	Fragmento Florestal
Sta Maria*	$39,2 \pm 40,2$ (132; 0) ^a	$14,9 \pm 19,3$ (64; 0) ^b	$40,6 \pm 35,1$ (214,0; 6,1) ^a	$28,0 \pm 21,2$ (134,9; 4,2) ^b
Boa Vista **	$1,0 \pm 2,7$ (12; 0) ^a	$21,8 \pm 24,1$ (100; 0) ^b	$97,9 \pm 80,3$ (320; 25) ^a	$41,6 \pm 27,0$ (109; 10) ^b
Boa Vista ***	$3,7 \pm 2,5$ (8; 0) ^a	$77,5 \pm 100,7$ (410; 0) ^b	-	-
Nova Betel***	$3,2 \pm 1,7$ (8; 0) ^a	$76,9 \pm 49,9$ (209; 9) ^b	-	-

Fonte: Amauri Pereira (2016); Gilnei Cardoso (2017); Maico Pimentel (2018).

Observa-se nos resultados encontrados por Cardoso (2017) (Tab. 4), que maiores distâncias entre árvores podem ter influenciado na produção de frutos das populações na sua área de estudo. Comparavelmente, a distância média descrita no fragmento florestal no sítio Boa Vista (CARDOSO, 2017) foi muito próxima a encontrada na área desmatada de Santa Maria, com $41,6 \pm 27,0$ m e $40,6 \pm 35,1$ m respectivamente e, a baixa produção de frutos comparada aqui entre esses dois ambientes também foram muito próximas, concomitante as médias foram $21,8 \pm 24,1$ e $39,2 \pm 40,2$ (Tab. 4; Ver também item 4.3.1). Em longas distâncias entre árvores, as chances de seus polinizadores permanecerem por mais tempos visitando as flores

da mesma árvore são maiores (WADT *et al.*, 2015). No entanto, somente o fator distância não explicaria os baixos índices de produção dos frutos da castanheira-do-brasil na região, especialmente na área desmatada (PEREIRA, 2016; CARDOSO, 2017).

A distância média entre as castanheiras-do-brasil na área florestada estudada por Wadt *et al.* (2015) era de 16 metros e, na área desmatada com presença de pastagem a média de distância era de 60 metros. Neste mesmo estudo, esses pesquisadores mostram que existe incompatibilidade na produção de frutos pela fecundação de flores da mesma árvore, mas esse mecanismo de autoincompatibilidade é parcial, pois não impede o cruzamento entre parentes.

4.2.4 Dados dendrométricos

Para os dados dendrométricos (Comprimento de fuste, área de copa, Altura e DAP) foram mensuradas um total de 128 árvores adultas nas duas áreas estudadas (tabela 5).

O comprimento médio de fuste, no fragmento florestal apresenta-se com média de $24,4 \pm 4,5$ m e a área desmatada com fuste médio de $29,9 \pm 6,4$ m. A área média de copa deste estudo, no fragmento florestal foi de $653,2 \pm 335,6$ m², e na área desmatada de $613,1 \pm 322,6$ m², sendo que estas diferenças não foram significativas (Tab. 5). Tais resultados coincidem com os de Pereira (2016) que não observou diferenças significativas de área de copa entre área florestada e área desmatada. Em contraste, Cardoso (2017), no sítio de Boa Vista, registrou que a área florestada teve uma área de copa significativamente maior ($525,9 \pm 279,4$ m²) que na área desmatada ($301,4 \pm 195,4$ m²).

Pereira (2016) descreve que nos sítios estudados, em uma região próxima (12,5 Km), o DAP para área florestada no sítio Boa Vista foi de 172 ± 60 cm (máximo: 337 cm, mínimo: 63 cm) e no sítio Nova Betel de 167 ± 30 cm (máximo: 274 cm, mínimo: 46 cm), para área desmatada no sítio Boa Vista de 171 ± 34 cm (máximo: 235, mínimo: 91 cm) e no sítio Nova Betel de 176 ± 40 cm (máximo 255 cm, mínimo: 101 cm).

Cardoso (2017) encontrou DAP na área florestada de $174,3 \pm 51,6$ cm (máximo: 281 cm, mínimo: 102 cm) e para a área desmatada de $165,1 \pm 30,1$ cm (máximo: 220 cm, 121 cm). Na comparação de médias do DAP, a área florestada em

Santa Maria mostra árvores mais velhas em relação aos estudos em regiões próximas (PEREIRA, 2016; CARDOSO, 2017).

Tabela 4 - Comparação das variáveis dendrométricas entre as áreas de estudo (Área desmatada e Fragmento florestal) na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA. Valores médios e seu desvio padrão, em parêntese as máximas e mínimas.

Variável	Área Desmatada (n:51)	Área de Fragmento Florestal (n:77)	Teste estatístico
DAP (cm)	166,4 ±46,4 (333,8; 69,4)	180,7 ±50,4 (307,3; 79,6)	Teste Mann-Whitney (p=0.05)
Área de copa (m ²)	613,1 ±322,6 (1332,4; 107,7)	653,2 ±335,6 (1627,1; 75,0)	Teste t (p=0.5)
Altura (m)	47,4 ±8,2 (62,9; 63,2)	47,4 ±7,7 (63,2; 28,5)	Teste t (p=1.0)
Comprimento do Fuste (m)	29,9 ±6,4 (51,9; 19,0)	24,4 ±4,5 (33,6; 11,2)	Teste Mann-Whitney (p< 0.0001)
Distância mínima com castanheira-do-brasil mais próxima (m)	40,6 ±35,1 (214,0; 6,1)	28,0 ±21,2 (134,9; 4,2)	Teste Mann-Whitney (p=0.02)

Fonte: Maico Pimentel (2018).

Ao considerarmos que em ambas as áreas estudadas em Santa Maria, em razão da sua proximidade local (fig.6), estes castanhais tenham se formado no mesmo período, com castanheiras-do-brasil ultrapassando o dossel ao mesmo tempo, logo, sendo adultas emergentes quando a vegetação foi suprimida para atividades agropecuárias, tendo altura semelhante sem diferenças significativas entre as áreas, sendo a média de 47,4±8,2 m no fragmento florestal e 47,4±7,7 m na área desmatada (Tab. 5), pode-se deduzir que as árvores presentes na área desmatada pararam de crescer ou tiveram seu crescimento reduzido quanto ao diâmetro, após o processo de supressão vegetal, enquanto que as árvores do fragmento florestal sob condições naturais, continuaram seu processo de crescimento.

Ao se considerar a passagem dos 10-13 anos do desmatamento citado pelos proprietários, o crescimento do diâmetro das árvores do fragmento florestal nesse período foi em média de 14,3 cm em relação as árvores presentes na área desmatada, com incremento médio anual entorno de 1,1 cm (Tab. 5).

O crescimento inicial das castanheiras-do-brasil, está direcionado primariamente à sua altura e depois ao seu diâmetro (ZUIDEMA, 2003; SCOLES *et al.*, 2014). Zuidema (2003) afirma que estas plantas, na fase inicial crescem até 1 metro em altura para cada centímetro de crescimento do seu diâmetro, e que ao

atingirem estrutura adulta (DAP \geq 40 cm) o seu crescimento passa a ser voltado para o incremento do diâmetro. A partir dessa fase, o ganho de altura fica entorno de 0,5 metro para cada centímetro de crescimento no diâmetro.

Scoles *et al.* (2014), observaram um crescimento médio de 3,6 cm no diâmetro de castanheiras-do-brasil plantadas em áreas de roçado após 3 anos e, Zuidema (2003) em um período de 3 anos de observação de populações naturais destas plantas, descreve um crescimento médio de 1,5 cm de diâmetro, mas o crescimento depende também entre outros fatores, principalmente da exposição à luz (ZUIDEMA, 2003; SCOLES *et al.*, 2014).

Os resultados do crescimento em diâmetro de castanheiras-do-brasil plantadas em três áreas de pastagens bovinas abandonadas, com intensidade e tempo de uso diferentes (4, 5 e 8 anos), mostram um incremento médio anual no diâmetro de 3,16 cm (COSTA *et al.*, 2009) após 12 anos de plantio e de 2,3 cm (WANDELLI *et al.*, 2016) passados 23 anos do plantio. O crescimento dos diâmetros foram melhores observado nas áreas com baixa intensidade de pastejo e menor tempo de uso (4 e 5 anos), do que na área com maior tempo e intensidade de pastejo (8 anos), sendo associado o incremento no crescimento do diâmetro às condições ambientais em que cada uma das plantações foram estabelecidas, como a densidade do solo e disponibilidade de nutrientes (COSTA *et al.*, 2009; WANDELLI *et al.*, 2016).

O incremento médio de 1,1 cm no diâmetro das árvores presentes no fragmento florestal, então poderia ser explicado pelo fator em que a taxa de crescimento no diâmetro anual alcançada na fase adulta nestas árvores é de 0,34 cm a mais de 2,5 cm de diâmetro ao ano (ZUIDEMA, 2003).

4.2.5 Mortalidade

A mortalidade acompanhada durante a pesquisa nas áreas de estudo, revela os fatores que contribuíram para a morte de castanheiras-do-brasil conforme tabela 6. As causas que levaram algumas das árvores monitoradas à morte, seguem principalmente através de quedas por ação de fortes ventos e quando atingidas por raio. Algumas castanheiras-do-brasil na área desmatada encontravam-se em pé, no entanto já estavam praticamente mortas, aqui descritas como mortas em pé.

Das árvores mapeadas durante o monitoramento entre os meses de abril de 2016 e abril de 2018, restaram vivas no fragmento florestal 95%, contra 82% na

área desmatada (Tab. 6). As diferenças de mortalidade entre as duas áreas foram significativas ($p=0,01$, teste Qui-quadrado).

Ao observar as condições de quedas nas duas áreas comparadas, todas as castanheiras que caíram na área desmatada, estavam ocas, quebraram próximo a sua base e apresentavam sinais de queimadura, o que mostra a vulnerabilidade à ação de supressão da vegetação sob condições prováveis de vento e ação antrópica com presença de fogo para abertura de pastos.

Tabela 5 - Mortalidade de castanheiras-do-brasil em áreas desmatada e de fragmento florestal, na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.

Castanheira	Área desmatada	Frag. Florestal	Observação
N amostral	51	77	Monitoradas no período de 2016-2018
Caíram por vento	5 (9,8%)*	2 (2,6%)**	Temporais
Atingidas por raio	1 (2,0%)	2 (2,6%)	
Mortas em pé***	3 (5,9%)	0 (0%)	Árvores em pé mas sem foliação, secas
Total de Mortalidade	9 (17,6%)	4 (5,2%)	
Total Vivas	42 (82,4%)	73 (94,8%)	Em pé

Fonte: Maico Pimentel (2018).

*Quebraram junto a base do tronco; ** Arrancadas pela raiz. *** Árvores mesmo em pé no fragmento florestal ou na área desmatada estavam sem folhas, secas em processo irreversível de sanidade.

Scoles *et al.* (2016) e Pereira (2016) revelam que o uso descontrolado e repetido de fogo para abertura e renovação de pastagem provoca fraqueza nestas árvores, Cardoso (2017) por sua vez afirma que as condições microclimáticas desfavoráveis nos ambientes desmatados poderiam explicar em parte a fraqueza destas árvores. A castanheira-do-brasil na área de fragmento florestal que caiu por ação dos ventos nos fortes temporais que por ali sucedem, mesmo estando oca foi arrancada pela raiz, a outra provavelmente quebrou por ação do vento (Fig. 11). Algumas árvores de área desmatada, que apesar de ainda permanecerem em pé, já se encontravam condenadas à morte, apresentando sinais de queimadura em seu tronco.

Assim como os resultados deste estudo mostram, Zuidema (2003) também afere a mortalidade de castanheiras-do-brasil adultas de populações naturais à fenômenos meteorológicos, como fortes ventos e raios na presença de

temporais. Este pesquisador assegura que 7% de árvores com DAP maior que 80 cm podem morrer pela perda gradativa dos ramos principais de sua copa.

Ortiz (2002) afere também, que as principais causas da mortalidade em castanheiras-do-brasil adultas em florestas, são, além de raios, os ventos fortes na presença de chuvas, em que a queda destas árvores é facilitada pelo afrouxamento do solo diante da intensidade da precipitação. Em 1991 este pesquisador testemunhou a queda de cerca de 400 destas árvores depois de temporais.

Figura 11 - Condições de queda de castanheiras-do-brasil na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA: Área desmatada: A) Queda por ação do vento, quebrando na base do tronco; B) Detalhe de tronco oco; C) árvore atingida por raio; D) Detalhe da árvore atingida por raio. Fragmento florestal: E) árvore atingida por raio; F) Queda por ação do vento, árvore arrancada com raiz.



Fotos: A e B: Melquíades Costa (2018); C e D: Andréa Barreto (2018); E e F: Charlene Lopes (2018).

4.3 PRODUÇÃO DE FRUTOS

4.3.1 Produção de ouriços por árvore e áreas amostrais

Contrariamente ao esperado, que seria maior produção de frutos no fragmento florestal do que em área desmatada, na região da Comunidade de Santa

Maria, a quantidade de frutos produzido foi 2,6 vezes maior na área desmatada ao ser comparada com a área de fragmento florestal (teste t, $p=0,02$; Tab. 7), principalmente nas árvores com intervalo de tamanho de DAP entre 140 e 190 cm (Fig. 10). Estes resultados vão de encontro aos trabalhos anteriores realizados na região, em áreas distantes cerca de 12,5 km (Boa Vista, Nova Betel) por Pereira (2016) e Cardoso (2017), e contradizem os pressupostos iniciais da pesquisa e levantamentos populacionais na Estrada do BEC (SCOLES *et al.*, 2016) (Tab. 7).

A produção mais elevada na área desmatada, pôde ser verificada ao ser apurado junto aos coletores o quanto havia sido retirado de sementes em cada área. Até meados de abril de 2018 as coletas haviam somado cerca de 23 sacas de castanhas-do-brasil (23 hectolitros) na área desmatada e, no fragmento florestal 16 sacas haviam sido retiradas (16 hectolitros). Ressalta-se que em ambas as áreas, não houve esforço para coletar os ouriços de todas as árvores. Em uma das propriedades amostrada da área desmatada com presença de pastagem, haviam sido retiradas apenas 7 caixas de castanhas-do-brasil (cerca 2,8 hectolitros). O baixo esforço nessa área até aquele momento se deu por conta que seus proprietários estavam voltados quase que exclusivamente na tarefa de preparação de uma outra propriedade e nos cuidados do gado.

Na área de fragmento florestal, o proprietário não realizou coletas em todas as castanheiras-do-brasil, deixando por exemplo de colher os frutos de umas das árvores que mais produziu ouriços ($n=64$). O proprietário afirmou que não realizou a coleta desta castanheira pois tanto seus ouriços quanto suas sementes eram em demasia pequenos.

Ressalva-se que, mesmo que as árvores de área desmatada tenham produzidos mais frutos do que as de fragmento florestal na comunidade de Santa Maria, essa produção se mostra inferior à das castanheiras-do-brasil nas áreas florestadas monitoradas por Pereira (2016) (Tab. 7). No sítio Boa Vista a produção de frutos da área florestada foi 21 vezes maior que na área desmatada (CARDOSO, 2017), e nos sítios Boa Vista e Nova Betel, a produção de frutos nas áreas florestadas foram 21 a 24 vezes a mais do que nas áreas desmatadas (PEREIRA, 2016) (Tab. 7).

A produção média de frutos por árvore estudada por Tonini *et al.* (2007), em florestas de uma localidade no estado de Roraima (Brasil), foi de 23 frutos por árvore. Estes mesmos pesquisadores no ano seguinte (TONINI *et al.*, 2008)

verificaram uma produção de 25±42,6 frutos por castanheira-do-brasil, sendo as mais produtivas aquelas que estavam dentro do intervalo de DAP de 80 e 150 cm.

Tonini (2013) em estudo de produção de frutos em um castanhal no município de Caracaraí - Roraima, mostra que 95% da produção de frutos foi nas árvores em que as copas ocupavam as posições superiores no dossel, e aquelas árvores que estavam com suas copas no subdossel, contribuíram pouco para a produção de frutos.

A média de frutos encontrada nas regiões de Beni e Pando na Bolívia (ZUIDEMA, 2003), foi de 184 e 139 frutos por árvore respectivamente. Zuidema (2003) afirma que a maioria das castanheiras-do-brasil produzam uma quantidade baixa de frutos sendo que, 25% das árvores adultas reprodutivas produzam entre 100-200 frutos e apenas 10% têm uma produção significativa, com mais de 500 frutos.

Tabela 6 - Comparação de produção de frutos em diferentes ambientes e áreas de estudo próximas (12,5 Km) à comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA. Valores médios e seu desvio padrão, em parêntese as máximas e mínimas. Letras diferentes entre áreas indicam diferença significativa ($p < 0,05$). *Este estudo; ** Cardoso, 2017; ***Pereira, 2016.

Área de estudo/sítio	Produção de frutos por árvore		Área de Copa (m ²)		DAP (cm)	
	Área Desmatada	Fragmento Florestal	Área Desmatada	Fragmento Florestal	Área Desmatada	Fragmento Florestal
Sta Maria*	39,2±40,2 (132; 0) ^a	14,9±19,3 (64;0) ^b	613,1±322,6 (1332,4; 107,7) ^a	653,2±335,6 (1627,1; 75,0) ^a	166,4±46,4 (333,8; 69,4) ^a	180,7±50,4 (307,3; 79,6) ^a
Boa Vista **	1,0±2,7 (12; 0) ^a	21,8±24,1 (100; 0) ^b	301,4±195,4 (733,8;29,2) ^a	525,9±279,4 (1128,5;183,7) ^b	165,1±30,1 (220;121) ^a	174,3±51,6 (281;102) ^a
Boa Vista ***	3,7±2,5 (8; 0) ^a	77,5±100,7 (410; 0) ^b	554,9±291,6 (1182,3; 27,4) ^a	524,1 ± 275,7 (994,16; 16,3) ^a	171±34 (235; 91) ^a	172±60 (337; 63) ^a
Nova Betel***	3,2±1,7 (8; 0) ^a	76,9±49,9 (209; 9) ^b	588,3 ±278,5 (1133,4; 84,1) ^a	580,0±264,5 (1104,9; 142,4) ^a	176±40 (255; 101) ^a	167±30 (274; 46) ^a

Fonte: Amauri Pereira (2016); Gilnei Cardoso (2017); Maico Pimentel (2018).

Mesmo que se leve em consideração que o padrão da produção de frutos em castanheiras-do-brasil, sejam poucas árvores produzindo muitos frutos e muitas árvores produzindo poucos frutos (KAINER *et al.*, 2007; GUEDES *et al.*, 2014; TONINI & PEDROZO, 2014) e, que haja uma variação anual, onde algumas árvores não frutifiquem todos os anos (ZUIDEMA & BOOT, 2002; ZUIDEMA, 2003; KAINER *et al.*, 2007; TONINI & PEDROZO, 2014), a maior produtividade na área desmatada em relação ao fragmento florestal deste estudo em Santa Maria, ainda não pode ser explicada satisfatoriamente.

Neste sentido surgem as questões: será que essas áreas desmatadas ainda respondem como se estivessem presentes em áreas florestadas? Visto que

estas áreas suprimidas ainda são recentes (10 a 13 anos), ou será que houve uma seleção “involuntária” pelos proprietários, para a implantação de atividades agropastoris, em áreas onde há presença de árvores que produzam mais frutos, facilitando assim sua coleta durante o período de queda? O segundo questionamento pode ser bem mais facilmente respondido futuramente.

Se levarmos em consideração que a produção de frutos está relacionada em parte às propriedades de solo e, se consideramos que a acidez do solo se deva também pela absorção de cátions e liberação de hidrogênio, e este fator, a melhor produção de frutos, isto explicaria teoricamente por que a área desmatada em Santa Maria apresenta maior produção de frutos em relação às áreas desmatadas de estudos em regiões próximas (Tab. 3; Tab. 7; Ver item 4.1.3), chegando a ser 39 vezes mais alto que nas áreas desmatadas em Boa Vista (CARDOSO, 2017) e mais de 10 vezes que nos sítios desmatados estudados por Pereira (2016).

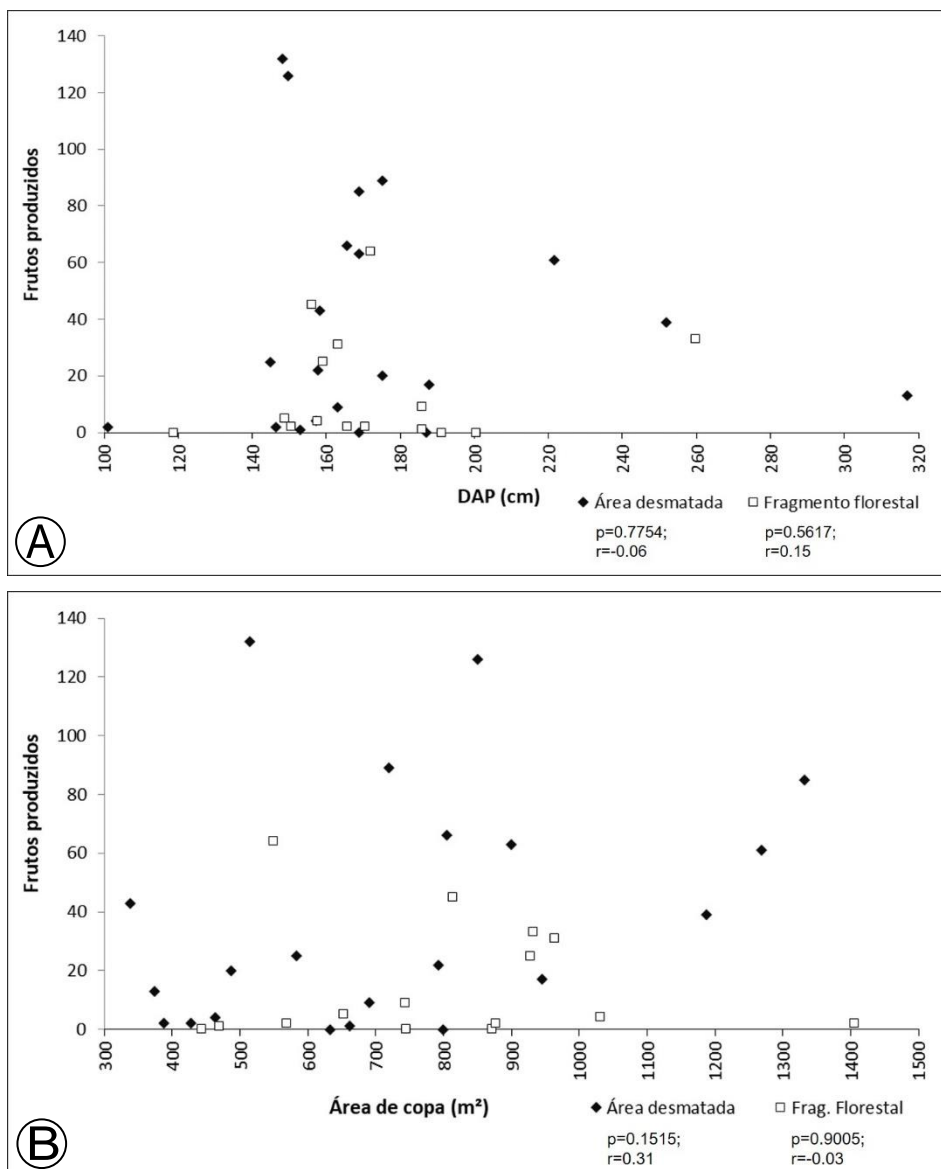
Em contraste a este pressuposto, essas regiões próximas (Boa Vista e Nova Betel) estão mais tempo sob pressão antropogênica (20-30 anos) em relação as áreas desmatadas estudadas em Santa Maria (10-13 anos), o que pode influenciar e explicar também a baixa produção de frutos nestas áreas, visto que a produção é menor em áreas com histórico de uso mais intensivo e por mais tempo (WANDELLI *et al.*, 2016). Outrossim, a baixa produção de frutos tanto na área desmatada quanto na área florestada verificada por Cardoso (2017) no ano de 2016, pode ter sido influenciada pelo fenômeno El Niño ocorrido no ano de 2015, uma vez que estes frutos (2016) são oriundos da polinização e fecundação das flores em 2015.

Ainda que as condições edáficas, como a presença das árvores em áreas de solo de textura média, com densidade que não limitam o crescimento das raízes e, acidez com pH abaixo de 5,0, sendo descrito como ideal para uma boa produção de frutos de castanheiras-do-brasil (MÜLLER *et al.*, 1995; LOCATELLI *et al.*, 2002; KAINER *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2017) aqui discutidas (ver tópico 4.1), ainda há muitas pesquisas a serem realizadas no intuito de elucidar tal fato.

Neste estudo, não houve correlações significativas entre produção de frutos e tamanho da árvore (DAP) (área desmatada: $r=-0,06$; $p=0,7754$; fragmento florestal: $r=0,15$; $p=0,5617$), nem tampouco correlações significativas da produção de frutos com a área de copa (área desmatada: $r=0,31$; $p=0,1515$; fragmento florestal: $r=-0,03$; $p=0,9005$) em nenhuma das duas áreas estudadas (Fig. 12 A e B;

Tab. 7), o que coincide com os trabalhos de Pereira (2016) e Cardoso (2017) nos sítios Nova Betel e Boa Vista. Em contraste, Pereira (2016) registrou correlações positivas e significativas entre DAP e produção de frutos na área florestada unicamente.

Figura 12 - **A**: Correlação de dispersão entre produção de frutos e DAP (cm) em área desmatada e área de fragmento florestal; **B**: Correlação de dispersão entre produção de frutos e Área de copa (m²) em área desmatada e área de fragmento florestal. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.



Fonte: Maico Pimentel (2018).

4.3.2 Fertilidade de sementes

Quando avaliada a fertilidade das sementes presentes nos ouriços de cada ambiente amostrado em Santa Maria, o percentual de semente inférteis foi maior na área desmatada, sendo que 9% das sementes não fecundaram (chochas) contra apenas 5% de sementes não fecundadas do fragmento florestal (Fig. 13; Tab. 8), o que faz supor que há falhas na polinização (autofecundação abortiva? qualidade e quantidade de pólen?). As diferenças de fertilidade entre as duas áreas foram significativas ($p=0,01$, teste Qui-quadrado).

Wadt *et al.* (2015) não observaram autofecundação nas flores de castanheiras-do-brasil presentes em área de pastagem de sua pesquisa, podendo afirmar que estas plantas possuem algum mecanismo que previne a endogamia, necessitando desta maneira de polinizadores bióticos específicos para realizar a transferência de pólen entre as árvores. No entanto, alguns poucos frutos podem ser originados pela transferência de pólen de flores da mesma árvore (CAVALCANTE *et al.*, 2012; WADT *et al.*, 2015).

A baixa produção de frutos em áreas que foram desmatadas para dar lugar a pastagem, pode ser associada a menor quantidade de abelhas polinizadoras nessas áreas, e a permanência destas por mais tempo visitando as flores da mesma árvore, contribuindo assim pouco para a fecundação de flores e, desta forma gerando um alto índice de aborto dos frutos (WADT *et al.*, 2015). Os resultados dos estudos de Wadt *et al.* (2015) mostram que cada fruto produzido é em média gerado por três doadores de pólen, isto mostra uma probabilidade alta do pólen doado ser de uma árvore parente ou da mesma planta, e assim aquelas sementes que não fecundam podem ter sido de origem das flores da própria árvore visitada (CAVALCANTE *et al.*, 2012; WADT *et al.*, 2015).

Moritz (1984) analisou os frutos que caíam diariamente em uma área de castanheiras-do-brasil plantadas, verificando os óvulos fecundados e os não fecundados em cada um, para determinar as taxas de fecundação dos frutos desta planta. Moritz (1984) concluiu que os frutos têm maior probabilidade de se desenvolverem e promoverem o desenvolvimento das sementes, chegando a maturidade, quando a taxa de fecundação dos óvulos está acima de 75%. O pesquisador afirma ainda que os óvulos podem ser prejudicados com baixa

fertilidade por fatores exógenos como temperatura, umidade, precipitação e baixa disponibilidade de nutrientes.

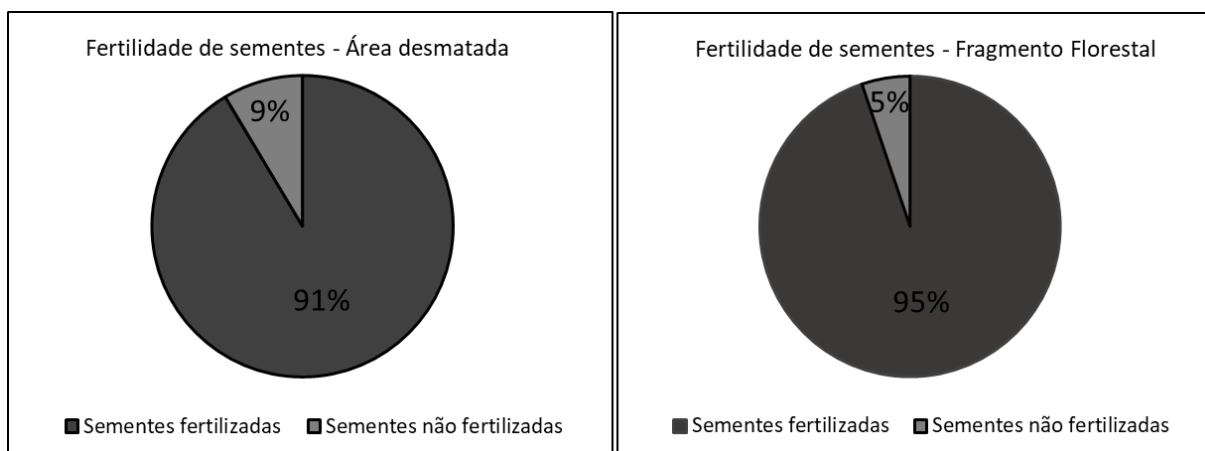
Müller *et al.* (1980) descrevem estudos de análises dos ovários das flores da castanheiras-do-brasil que haviam sido polinizadas por abelhas, no intuito de verificar a fecundação dos óvulos e assim determinar qual a porcentagem destes devam ser fecundados para que haja a frutificação e vingamento. Na pesquisa foram realizadas duas análises distintas, a primeira nos ovários de até 2 cm de diâmetro que caíam diariamente e a segunda análise, nos ovários com mais de 2 cm de diâmetro retirados diretamente das árvores.

Os resultados de Müller *et al.* (1980) mostram que os ovários que caíram, tinham em média 64,4% dos óvulos fecundados e, naqueles ovários retirados diretamente das árvores, a fecundação média dos óvulos foi de 85,3%, podendo ser considerados como a porcentagem média ótima de fecundação de óvulos de flores de castanheira-do-brasil, para que ocorra a frutificação e vingamento. Fecundação abaixo desta porcentagem (85,3%) acarretaria menor probabilidade da formação dos ouriços, com quedas prematuras destes frutos.

Os resultados descobertos nas áreas estudadas em Santa Maria, mostram que na média a porcentagem da fecundação dos óvulos e conseqüentemente o desenvolvimento das sementes (Fig. 13), foram maiores na área de fragmento florestal (95%) do que na área desmatada (91%), estando dentro da faixa descrita como aceita para que a planta continue a investir no desenvolvimento do fruto (MÜLLER *et al.*, 1980; MORITZ, 1984). São escassos estudos da porcentagem de óvulos e por conseguinte sementes férteis em ouriços de castanheiras-do-brasil, e os fatores que influenciam e limitam essa fertilidade tanto em áreas preservadas como em locais em que há perturbação antropogênica como o desmatamento, ainda que parte dessas sementes não fecundadas tenham sido originadas por conta do pólen advindo da mesma árvore (CAVALCANTE *et al.*, 2012; WADT *et al.*, 2015).

Quanto a quantidade de sementes por ouriço, esta pode estar relacionada com os tipos de frutos ali encontrados, que podem ser três tipos de tamanhos e formas (Fig. 14)

Figura 13 - Fertilidade de sementes em ouriços de castanheiras-do-brasil em amostras coletadas em área desmatada e de fragmento florestal. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.



Fonte: Maico Pimentel (2018).

Tabela 7 - Produção de frutos de castanheiras-do-brasil na área desmatada e no fragmento florestal da comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.

Área de estudo	Qtde de Ouriços utilizados	Total de Sementes	Sementes não fertilizadas (N)	Sementes/ourião (média)	Sementes não fertilizadas (%)
Área Desmatada	30	490	46	16	9%
Fragmento Florestal	29	511	28	18	5%

Fonte: Maico Pimentel (2018).

Figura 14 - Amostras de frutos de *B. excelsa* com tamanhos e formas diferentes (alongado, arredondado pequeno, arredondado grande), encontrados na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.

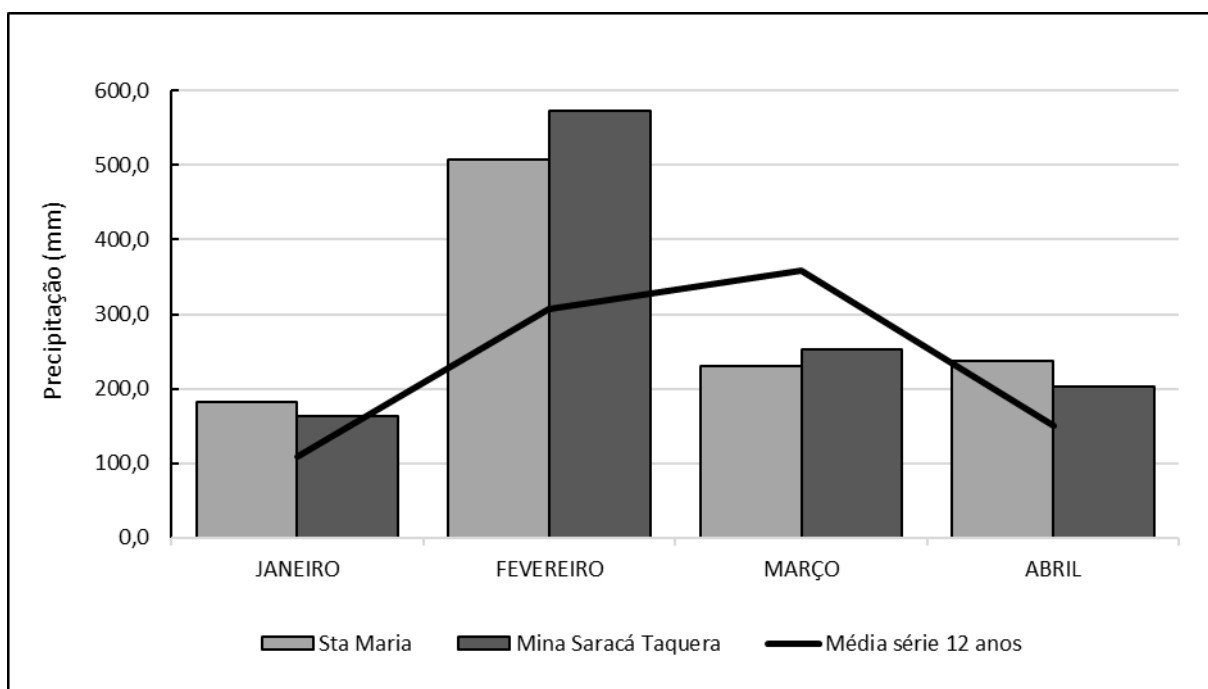


Fotos: Andréa Barreto (2017)

4.4 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DURANTE MONITORAMENTO E CAPTURA DE VISITANTES FLORAIS

A escalada nas castanheiras-do-brasil para análise de visitas florais e para captura das abelhas, sempre que possível, eram realizadas após as chuvas e, estas ocorriam diariamente. A precipitação nos meses que seguiram a campanha de monitoramento e captura das abelhas mostrou que o mês de fevereiro foi o mais chuvoso (Fig.15), quase duas vezes maior do que a média mensal registrada nos últimos 12 anos na estação mais próxima (MRN, 2018 – dados não publicados) distanciada em 75 km da área de estudo. Na série de doze anos (2006-2018) a precipitação média anual foi de $1.947 \pm 391,8$ mm, com máximos no mês de março (média) e mínimos no mês de setembro, temperatura média de $26,9 \pm 0,6^\circ$ C e umidade relativa de $79 \pm 3\%$.

Figura 15 - Precipitação média na região dos últimos 12 anos e precipitação nos meses de campanha (jan-abr). Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.



Fonte: MRN (2018); Maico Pimentel (2018).

Dados de precipitação aferidos no período de 15 de janeiro à 15 de abril de 2018, com comparações aos dados da estação meteorológica na Mina de Saracá-Taquera (Mineração Rio do Norte) no mesmo período.

Destaca-se que nos primeiros cinco meses do ano de 2018 a quantidade de chuva caída já havia igualado a toda a pluviometria anual de 2017 registrada

nessa estação (1.700 mm aproximadamente). Estes dados de valores pluviométricos acima da média para os primeiros meses deste ano na região, podem ser atribuídos a anomalias meteorológicas (La Niña) que influenciam na precipitação da Amazônia (NOAA, 2016; CPTEC/INPE, 2018; SEMAS-PA, 2018).

O fenômeno La Niña, com resfriamento das águas na superfície do Oceano Pacífico (temperaturas negativas) bem como ventos superficiais mais fortes, contribui para que haja uma estação chuvosa mais intensa na região (NOAA, 2016; CPTEC/INPE, 2018; SEMAS-PA, 2018). Os fatores climáticos podem ser determinantes para a produção de frutos nas castanheiras-do-brasil (ZUIDEMA, 2003), a exemplo disto, em anos em que a precipitação foi muito reduzida, devido ao fenômeno El Niño, houve um decréscimo na produção de frutos (ZUIDEMA, 2003; CARDOSO, 2016).

Os fatores do clima influenciam não somente a produção de frutos, mas também podem ser decisivos sobre as atividades da maioria das abelhas, que são reduzidas ou cessadas durante o aparecimento de chuva, mesmo uma hora antes do surgimento da precipitação (MORSE, 1982; ROUBIK, 1989; HILÁRIO *et al.*, 2007a).

A percepção de mudanças climáticas, como pressão, umidade do ar ou mesmo quando o céu passa a ser coberto por nuvens de chuva, provocam o retorno das abelhas aos seus ninhos, ainda que algumas poucas espécies continuem forrageando quando a presença da chuva é leve com até 2,5 mm/h (MORSE, 1982; ROUBIK, 1989; HILÁRIO *et al.*, 2007a). Esta inatividade antes ou durante a precipitação pluviométrica pode ser compensada com acréscimo na atividade após a ocorrência das chuvas (HILÁRIO *et al.*, 2007a).

Durante o monitoramento da visitação das abelhas nas flores das castanheiras-do-brasil, houve o registro da atividade de 5 abelhas na presença de chuveiro e, 8 abelhas quando havia presença de nevoeiro em intervalos de até uma hora, como a maioria destas abelhas registradas sob esses fenômenos não puderam ser capturadas, provavelmente havia repetições de visitas pelos mesmos insetos.

4.5 CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS DURANTE MONITORAMENTO E CAPTURA DE VISITANTES FLORAIS

A floração das castanheiras-do-brasil na área de estudo teve início no mês de novembro de 2017 finalizando no mês de março de 2018. O pico da floração foi nos meses de dezembro a fevereiro.

Comparado a outros estudos de abelhas polinizadoras das flores da castanheira-do-brasil, a presença destes insetos na área de pesquisa foi sempre em número baixo (MÜLLER, 1980; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2012; 2018). O declínio de polinizadores está principalmente relacionado à fragmentação de habitat, a agricultura e a pecuária (KEVAN, 1999; TSCHARNTKE & BRANDL, 2004).

As visitas de abelhas nas árvores monitoradas somaram quarenta e duas (42) entre o horário (solar) de 05:00 às 11:00 horas. Mesmo a presença das abelhas parecerem alta, muitas dessas visitas provavelmente eram de abelhas que retornavam para coletas de néctar e pólen. Cada atividade de visita aqui descrita, foi realizada sob dias nublados (dias de escalada).

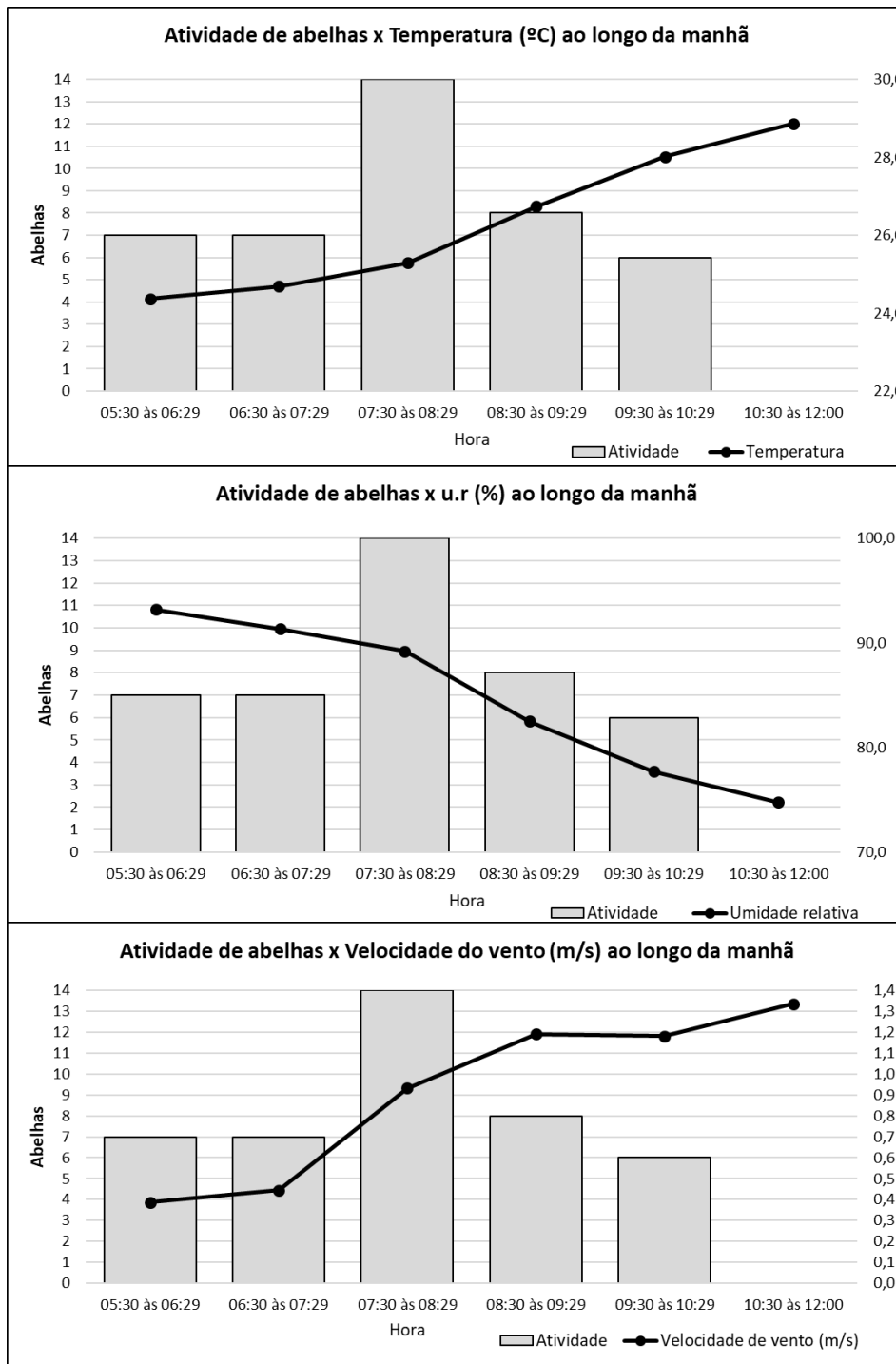
O mesmo recurso alimentar (néctar) procurado nas flores de castanheiras-do-brasil e utilizado por muitas espécies de abelhas, as induzem realizar visitação em horários diferentes ou podendo ocorrer ainda uma sobreposição nos horários de visita, e isto aumentar a probabilidade da fecundação das flores (MÜLLER *et al.*, 1980; MORI, 1988; MAUÉS, 2002; SANTOS & ABSY, 2010, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018).

Condições climáticas influenciam diretamente na atividade de abelhas, em que temperatura, umidade relativa do ar e vento são fatores relevantes que podem assumir em algum momento importância nos padrões de forrageio e na busca de recursos (ROUBIK, 1989; HILÁRIO *et al.*, 2001; HOFSTEDE & SOMMEIJER, 2006). Estes insetos aumentam sua atividade de forrageio quando as condições do clima são favoráveis, apresentando umidade do ar e velocidade de vento amenos e, temperatura mais elevadas, desde que dentro do suportado (IWANA, 1977; MALERBO-SOUZA & SILVA, 2011; CORREIA *et al.*, 2017).

As abelhas monitoradas neste estudo alteraram suas atividades de visitação acompanhando ao longo da manhã às mudanças microclimáticas. Observa-se que a presença destas aumenta quando as condições de temperatura começam a atingir 25° C e a diminuir sua frequência de visitação quando a

temperatura passa dos 26°C. Em contraste, a presença das abelhas é melhor notada quando a umidade relativa do ar está próxima a 90%, decaindo quando a umidade baixa a níveis de 80% (Fig. 16).

Figura 16 - Relação da atividade (visita) de abelhas nas flores de castanheira-do-brasil, em contraste à temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) ao longo da manhã. Comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.



Fonte: Maico Pimentel (2018).

O horário (solar) de maior atividade das abelhas monitoradas nas áreas desmatadas, foi entre às 07:30 e 08:30, com temperatura de 25,3°C, umidade relativa do ar em 89,2% e velocidade do vento de 0,9 m/s sob categoria meteorológica nublada (Fig. 16). Müller (1980) mostra que a visitação das abelhas se inicia a partir das 05:30, com maior visitação entre o horário de 06:00 e 07:00 e, Cavalcante *et al* (2012) descrevem uma frequência de visitação maior das abelhas entre os horários de 05:30 e 06:00 com temperatura em torno de 23° C e umidade relativa do ar por volta de 93%.

Ao contrário do observado por Müller *et al.* (1980), que descreveram a chegada das abelhas polinizadoras nas flores de castanheiras-do-brasil a partir das 05:30, mas que durante noites de lua cheia a chegada destas se dava mais cedo, não foram registradas neste estudo em Santa Maria. Cavalcante *et al.* (2012) também não registraram tal fato em suas pesquisas.

Segundo Roubik (1989) a temperatura é um dos fatores que mais pode influenciar na atividade de forrageio de abelhas, no entanto o comportamento pode ser influenciado também pela própria fisiologia destes insetos, a exemplo, Roubik (1989) declara que abelhas de porte grande mostram maior agilidade no voo quando as temperaturas estão mais elevadas e que temperatura do ambiente auxilia ainda na regulação da temperatura corporal, e na sobrevivência das larvas dentro do ninho.

Vento é um fator que restringe o voo de muitas espécies de abelhas, tanto as de pequeno quanto as de médio a grande porte, como as mamangavas, fazendo com que voem mais próximo ao solo quando o vento é mais forte (ROUBIK, 1989; HILÁRIO *et al.*, 2007b). O efeito do vento sobre as abelhas pode ter o mesmo efeito da chuva, que faz com que as abelhas busquem suas recompensas florais mais próximas aos seus locais de nidificação (ROUBIK, 1989).

Segundo Morse (1982), a velocidade do vento pode limitar a atividade das abelhas, podendo ser influenciada ainda com a presença de temperaturas mais baixas, fazendo com que no conjunto dessas condições cessem suas atividades de forrageio, quando a velocidade do vento fica em até 8,0 m/s. Abelhas de médio a grande porte são capazes de manter sua prática de voo mesmo sob condições desfavoráveis de vento, parando o seu processo de forrageio somente quando a velocidade deste atinge 14,0 m/s.

No estudo em Santa Maria, em que a velocidade de vento máxima registrada durante atividade das abelhas, foi de 1,3 m/s, é provável que o vento pouco tenha contribuído na presença ou não das abelhas durante o processo de busca de recompensas florais, sendo observado apenas dificuldade de pouso quando os ventos eram mais fortes, fazendo com que as abelhas ficassem mais tempo tentando pousar nas flores.

4.5.1 Abelhas capturadas nas flores da castanheira-do-brasil

Durante os meses de janeiro a março de 2018, foram dedicados treze dias efetivos na captura das abelhas, nestes, somente foram capturadas 26% do total de abelhas que visitaram as flores monitoradas, totalizando 11 abelhas (0.8 abelhas/dia) (Tab. 9; Fig. 17).

No ano de 2007, em uma fazenda com área de 3.600 hectares de plantação de castanheiras-do-brasil, no município de Itacoatiara – Amazonas (Brasil), durante 78 dias de monitoramento e captura dos polinizadores das flores destas árvores, entre os meses de outubro a dezembro, Cavalcante *et al.* (2012) conseguiram a captura de 541 espécimes de abelhas potencialmente polinizadoras destas flores (CAVALCANTE, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2012). Nesta mesma área, durante os meses de outubro a dezembro de 2009 e 2010, a captura total foi 1035 espécimes durante suas atividades de forrageamento nas flores de castanheira-do-brasil (CAVALCANTE, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2018).

A ocorrência diária de chuvas na região deste estudo em Santa Maria, interferiu diretamente no tempo destinado à captura, na possível presença de agentes polinizadores e, conseqüentemente no número de abelhas capturadas, visto que a percepção das variações climáticas, como a presença de nuvens de chuva, faz com que abelhas diminuam ou cessem suas atividades de forrageio, abrigando-se em seus ninhos (MORSE, 1982; ROUBIK, 1989; HILÁRIO *et al.*, 2007a). A perda da qualidade do ambiente durante todo o processo de fragmentação e supressão vegetal na área de estudo, também pode ter influenciado negativamente na abundância dos polinizadores presentes nestes locais (KEVAN, 1999; OLIVEIRA, 2011; CAVALCANTE, 2013).

Os espécimes de abelhas potencialmente polinizadoras, que após conseguirem vencer a lígula e entrar nas flores das castanheiras-do-brasil, capturadas nesta pesquisa foram: cinco espécies pertencentes a duas famílias

(Apidade e Megachilidade), com maior presença da espécie *Xylocopa frontalis*. Todas as abelhas capturadas estão listadas na tabela 9 e melhor visualizadas na figura 17.

Figura 17- Diversidade de abelhas capturadas após sua saída espontânea das flores de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) monitoradas na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.: *Xylocopa frontalis* (1, 3, 5, 8, 9 e 10); *Xylocopa ordinaria* (7); *Centris superba* (2, 4); *Eulaema nigrita* (6) e *Megachile* sp. (11).

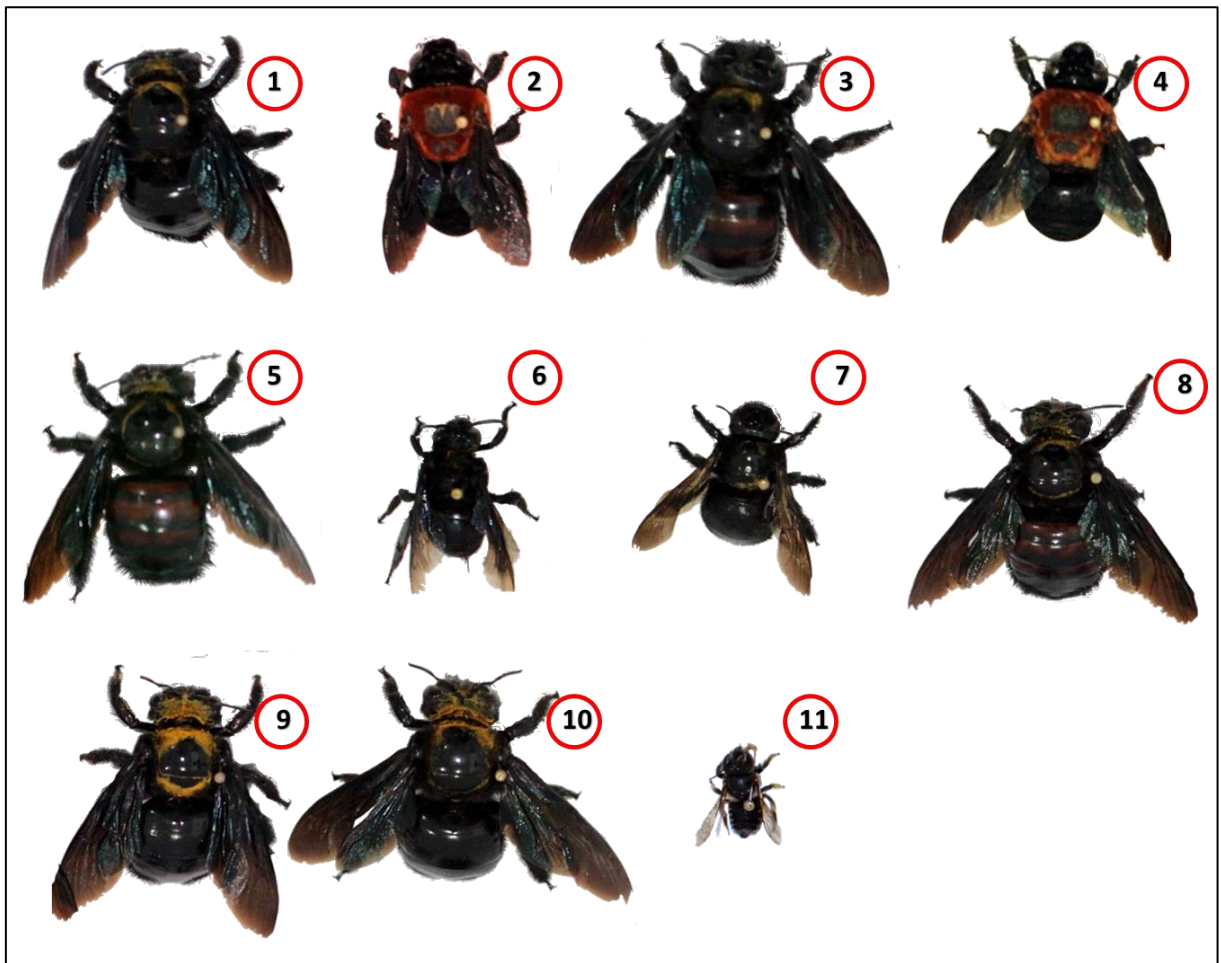


Foto: Melquíades Costa (2018).

Tabela 8 - Abelhas capturadas após saída espontânea das flores de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl) monitoradas na comunidade Santa Maria, ramal do Copaíba, estrada do BEC, Oriximiná-PA.

FAMILIA	Espécie	Qtde capturada	nº
Apidae	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> (Smith, 1874)	1	7
Apidae	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	6	1, 3, 5, 8, 9 e 10
Apidae	<i>Centris (Ptilotopus) superba</i> (Ducke, 1904)	2	2 e 4
Apidae	<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> (Lepeletier. 1841)	1	6
Megachilidae	<i>Megachile (Austromegachile) sp.</i>	1	11

Fonte: Maico Pimentel (2018).

A numeração na quarta coluna (nº) indica a respectiva abelha na figura 17.

A espécie *Xylocopa frontalis* foi responsável por 55% das visitas nas flores de castanheira-do-brasil em Santa Maria. Esta espécie pode ser uma das mais importante polinizadoras ou a mais importante, desta espécie arbórea. Os estudos de Cavalcante *et al.* (2012) mostram que 63% das abelhas que visitaram as flores das castanheiras-do-brasil plantadas em uma fazenda no município de Itacoatiara (AM), no ano de 2007, pertencem a esta espécie de abelha, em suas observações, eram estas as abelhas que mais transportavam o pólen das flores visitadas (CAVALCANTE, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2012). Nos estudos realizados nos meses de outubro a dezembro de 2009 e 2010 nesta área, foram registradas 59% das visitas nas flores destas plantas por *X. frontalis*, sendo que 98% dos indivíduos desta espécie eram representadas por fêmeas (CAVALCANTE *et al.*, 2018).

O hábito de *X. frontalis* é descrita por Müller *et al.* (1980) visitando somente flores que antes não tenham sido visitadas por outras abelhas, fazendo com que sua atividade se deva logo nas primeiras horas de forrageio, diminuindo gradativamente ao passar das horas, pois a maioria das flores nesse período já deveriam ter sido visitadas. De fato, esta espécie é uma das primeiras a forragear nas flores da castanheira-do-brasil, mas que pode realizar visitas em flores já visitadas anteriormente (CAVALCANTE, 2008).

Este fato também pôde ser averiguado nesta espécie de abelha, durante o monitoramento das visitas e forrageamento nas flores das castanheiras-do-brasil em Santa Maria. Geralmente as abelhas *X. frontalis* eram as primeiras a chegar inspecionando as flores, na maioria das vezes, aquelas flores que haviam sido

visitadas recentemente eram rejeitadas, provavelmente por não fornecerem naquele momento uma quantidade razoável de néctar (CAVALCANTE *et al.*, 2018), todavia *X. frontalis* tolerava quando a visita anterior era realizada por indivíduo da mesma espécie, ou havia passado tempo suficiente para a possível renovação do volume de néctar pelas flores já visitadas, ou ainda para estas abelhas completarem sua carga. No final da floração, uma vez que já haviam poucas flores disponíveis, a visitação podia ser realizada mesmo que a flor em questão já tivesse tido outra visita.

A riqueza de polinizadores na área desmatada foi baixa, com apenas 5 espécies capturadas. Destas capturas, apesar de *Megachile sp.* ser de menor porte em relação as demais, já haviam sido descritas como polinizadoras ocasionais das flores de castanheira-do-brasil em outros estudos sobre a polinização desta planta, por conseguirem forçar sua entrada por entre as pétalas e a lígula para adquirir sua recompensa floral (CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018; MAUÉS *et al.*, 2018).

Assim como ocorre em outras espécies de abelhas, o comportamento de *Megachile sp.* de virar o corpo dentro da flor para sair após coletar o néctar, pode ocorrer em transferência do pólen da própria flor que acabara de ser aderido ao seu corpo para o estigma da mesma flor, isto pode fazer com que haja uma autofecundação, o que faz com que não sejam polinizadores tão eficientes, visto que na autofecundação a castanheira-do-brasil não gerará frutos (CAVALCANTE, 2012; ; WADT *et al.*, 2015).

As espécies *Xylocopa ordinaria* e *Centris superba* são abelhas que ainda não haviam sido coletadas em outras pesquisas de polinizadores das flores de castanheira-do-brasil (CAVALCANTE *et al.*, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2018; MAUÉS *et al.*, 2018). A capacidade destas abelhas de vencerem as estruturas florais que dificultam a entrada de alguns visitantes, mas permitem a entrada de alguns outros, as coloca como visitantes legítimas (MORI, 1988; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE, 2013; ALVES DOS SANTOS *et al.*, 2016). Estas abelhas por conseguirem adentrar nestas flores e saírem com o corpo coberto por pólen as torna como espécies possíveis de serem acrescentadas na lista de potenciais polinizadores de flores desta espécie arbórea.

Haviam grãos de pólen recobrimdo todo o corpo das abelhas capturadas após a saída espontânea das flores da castanheira-do-brasil monitoradas neste estudo. O pólen estava presente principalmente na cabeça e na região dorsal do

tórax. O transporte de pólen nestas regiões do corpo destes insetos, facilitam sua transferência durante as visitas seguintes em outras flores, intermediando a polinização (MORI, 1988; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE, 2013; ALVES DOS SANTOS *et al.*, 2016).

A espécie *Centris superba* foi identificada em 1904 pelo botânico e entomólogo Adolpho Ducke, tem distribuição nas Guianas, Peru e no Brasil, sendo coletada pela primeira vez no município de Óbidos/Pará, no entanto pouco se sabe sobre a ecologia da espécie (MOURE, *et al.* 2012).

Xylocopa ordinária, são abelhas generalistas, com ampla distribuição geográfica, considerada como uma das mais importante polinizadoras de *Passiflora sp.* (maracujá amarelo,) sendo observada também forrageando em flores de outras espécies arbóreas (BERNARDINO & GLAGLIANONE, 2008; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008; VERÇOZA, 2012; MARCHI & ALVES-DOS-SANTOS, 2013). Com poucas informações disponíveis na literatura, há necessidade de estudos detalhados sobre a ecologia de ambas as espécies, especialmente *Centris superba*.

A riqueza de espécies de abelhas polinizadoras das flores de castanheira-do-brasil, é descrita por Maués (2002) sendo de 12 espécies e, 19 espécies polinizadoras capturadas por Cavalcante *et al* (2018). A baixa riqueza de abelhas polinizadoras encontrada neste estudo, na comunidade de Santa Maria, provavelmente se deva pela perda de cobertura vegetal, perda da qualidade ambiental e distância entre castanheiras-do-brasil na área desmatada, ocasionada pela fragmentação e deterioração nesses ambientes (PYLE *et al*, 1981; POWELL & POWELL, 1987; PAVILIK *et al.*, 1993; AIZEN & FEINSINGER, 1994; MILLET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2005; OLIVEIRA, 2011), no entanto para se confirmar este pressuposto há a necessidade de estudos dos potenciais polinizadores nas áreas de fragmento florestal adjacente, que teoricamente, abrigariam melhores condições para forrageio, sobrevivência e tolerância por perturbações antropogênicas sobre estes insetos.

Existem descritas um total de 24 espécies de abelhas polinizadoras de flores de castanheiras-do-brasil, sendo 18 espécies ditas como polinizadoras efetivas, que durante suas visitas e entrada nas flores, têm contato com as estruturas masculinas (anteras) recebendo assim o pólen e, capazes de transferir este pólen, então preso ao seu corpo para o estigma (estrutura feminina) das próximas flores visitadas. São consideradas como polinizadoras ocasionais das

flores da castanheira-do-brasil, 06 espécies de abelhas, que tem apenas contato ocasional com as estruturas reprodutoras das flores, sobretudo estigma desta espécie arbórea (INOUYE, 1980; MAUÉS *et al.*, 2018).

O néctar é a mais importante recompensa floral oferecida pelas castanheiras-do-brasil, coletado tanto por machos quanto fêmeas de abelhas que fazem forrageio nestas plantas (MORI, 1988; CAVALCANTE, 2013; CAVACALTE *et al.*, 2018). A maior frequência de visitas das abelhas que forrageiam nestas flores ocorre justamente no momento em que estas apresentam alta produção de néctar, tanto no que se refere a concentração (% de solutos) quanto de volume, pois assim que as horas vão passando e as coletas deste recursos se tornam frequentes, apesar de continuar sendo produzido em termos de volume, a concentração deste diminui (ROUBIK, 1989; CAVALCANTE, 2013; CAVACALTE *et al.*, 2018).

As flores da castanheira-do-brasil são estruturadas de tal forma que, para se alcançar o néctar, a abelha ao adentra-la precisa passar pelo anel estaminal e ter contato com as anteras, recebendo assim o pólen na porção dorsal do tórax e cabeça, este pólen então espalhado pelo seu corpo é transferido para o estigma das flores subsequentes visitadas, realizando desta forma a polinização (MORI, 1988; MAUÉS, 2002; CAVALCANTE, 2013; ALVES DOS SANTOS *et al.*, 2016). Outrossim ressalta-se que a autopolinização em castanheiras-do-brasil é inviável, pois estas não originam frutos (MÜLLER *et al.*, 1980; MORITZ, 1984; WADT *et al.*, 2015), o que aumenta a importância das abelhas na produção dos frutos destas plantas (DEGEN & ROUBIK, 2004).

5. CONCLUSÃO

Não há diferenças significativas de tamanho de diâmetro e área de copa entre as castanheiras-do-brasil do Fragmento florestal e da Área desmatada, áreas que por sua vez apresentam condições climáticas e edafológicas (densidade, textura e acidez) muito semelhantes.

A maioria das castanheiras-do-brasil em ambas as áreas são compostas por árvores majoritariamente senescentes (DAP > 160 cm) sendo 53% para área desmatada e 65% para o fragmento florestal, aparentando sofrer problemas na polinização e frutificação com baixa produção nas árvores amostradas. Nas duas populações há pouquíssimas árvores jovens reprodutivas (DAP 40-80 cm). Em dois anos de monitoramento, a mortalidade de castanheiras-do-brasil foi mais alta na área desmatada (18%) em relação ao fragmento florestal (5%). As principais causas de mortes foram: queda provocada por tempestades com fortes ventos e fogo.

A distância média entre castanheiras-do-brasil é significativamente maior na área desmatada em relação à área do fragmento florestal o que pode influenciar no processo de polinização, não obstante os resultados de produção não confirmam este suposto. Contrariamente ao esperado, a produção de frutos foi menor no fragmento florestal em relação a área desmatada, ainda que em ambos os casos, comparados com outros locais próximos da área de estudo com áreas florestadas, a produção foi baixa. Em contraste, o percentual de sementes fertilizadas foi maior na área florestada em relação à desmatada.

As castanheiras-do-brasil presentes na área desmatada tiveram o crescimento de seu diâmetro comprometido, deixando de crescer 1,1 cm anualmente sob condições de 13 anos de desmatamento e atividades agropastoris.

Baixa visitação de abelhas na área testada, com mais frequência no horário solar compreendido entre 07:30 e 08:30 sob condições nubladas e temperatura de 25,3°C, umidade relativa do ar em 89,2% e velocidade do vento de 0,9 m/s.

Em geral, evidencia-se os efeitos prejudiciais das perturbações associadas às áreas desmatadas nas populações de castanheira-do-brasil (pouca regeneração, pouco crescimento, pouca visitação de potenciais polinizadores e baixa produção de frutos).

Foram identificadas cinco espécies de abelhas polinizadoras pertencentes a duas famílias; destas, duas novas espécies de abelhas potencialmente polinizadoras das flores de castanheiras-do-brasil foram identificadas: *Xylocopa ordinaria* e *Centris superba*.

6. BIBLIOGRAFIA:

AGUIAR, William Moura; GAGLIANONE, Maria Cristina. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lúrida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia** v. 52, n. 2, p. 277–282, 2008.

AIZEN, Marcelo A.; FEINSINGER, Peter. Habitat Fragmentation, Native Insect Pollinators, and Feral Honey Bees in Argentine “Chaco Serrano”. **Ecological Applications**, v. 4, n. 2, p. 378–392, 2012.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, Francisco Sérgio Maia; FISCH, Gilberto.; VENDRAME, Íria Fernandes. Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: Estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 395–395, 1999.

ARAGÃO, Ervenson dos Santos. **A Influência do Fator Humano na Estrutura Populacional e Regeneração Da Castanheira (*Bertholletia excelsa* bonpl.) No lago Sapucaá, Oriximiná-Pará**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém (PA), 2015.

ASSIREU, Arcilan Trevenzoli; REBOITA, Michelle Simões; CORRÊA, Marcelo de Paula. Observando o céu, quantificando as nuvens e praticando modelagem: um exercício de apoio ao aprendizado das ciências atmosféricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p.1501-1506, 2012.

BATRA, Suzanne W. T. Solitary Bees Most species of bees are not social like the honeybee. They are solitary, meaning that the female builds her own nest. They play a profoundly important role in pollinating crops and wild plants. **Scientific American**, v. 250, n. 2, p. 120–127, 1984.

BERNARDINO, André Sarlo; GAGLIANONE, Maria Cristina. Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) in a restinga area

in the northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 3, p. 434-440, 2008.

BOLDONI, Aisy Botega; WADT, Lucia Helena de Oliveira; CAMPOS, Tatiana; SILVA, V. S.; AZEVEDO, Vania Cristina Renno; MATA, Lorena Ramos; BOTIN, A. A.; MENDES, N. O.; TARDIN, Flavio Dessaune; TONINI, Helio; HOOGERHEIDE, Eulalia Soler Sobreira; SEBBEN, A. M. Contemporary pollen and seed dispersal in natural populations of *Bertholletia excelsa* (Bonpl.). **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-14, 2017.

BRASIL. **Decreto Federal n. 1.228, de 19 de outubro de 1994** [online]. Diário Oficial da República Federativa de Brasil, Brasília, DF (1994 out 20) [citado 2013 mar15]. Disponível em: [. br/legislacao/109608/decreto-1282-94](http://www.planalto.gov.br/legislacao/109608/decreto-1282-94)

_____. **Decreto n. 5.975, de 30 de novembro de 2006**. Diário Oficial da República Federativa de Brasil, Brasília, DF (2006 dez 01); Sec. 1: 1-3.

BRITO, Gisele Ferreira; CHOI, Vania Picanço; ALMEIDA, Andreia. **Manual ABNT: regras gerais de estilo e formatação de trabalhos acadêmicos**. Biblioteca Paulo Ernesto Tolle, São Paulo, 4ª edição, 2014.

CARDOSO, Gilnei Samuel Souza. **O Fator Ambiental e a Baixa Produtividade da Castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Áreas Desmatadas, Óbidos, Pará**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém (PA), 2017.

CAMARGO, Flora Ferreira. **Etnoconhecimento e Variabilidade Morfológica de Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.: Lecythidaceae) em Área da Amazônia Matogrossense**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

CASCANTE, Alfredo; QUESADA, Mauricio; LOBO, Jorge J.; FUCHS, Eric A. Effects of Dry Tropical Forest Fragmentation on the Reproductive Success and Genetic Structure of the Tree *Samanea saman*. **Conservation Biology**, v. 16, n. 1, p. 137–147, 2002.

CAVALCANTE, Marcelo Casemiro. **Visitantes Florais e Polinização da Castanha-do-brasil** (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em cultivo na Amazônia Central. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

_____. **Abelhas Polinizadoras da Castanha-do-brasil** (*Bertholletia excelsa*) cultivada na Amazônia Central: Papel do néctar e do entorno do plantio na polinização da cultura. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 2013.

CAVALCANTE, Marcelo Casemiro, OLIVEIRA, F. F., MAUES, Márcia Motta, FREITAS, B. M. Pollination Requirements and the Foraging Behavior of Potential Pollinators of Cultivated Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche (New York)**, v. 2012, p. 1-9, 2012.

CAVALCANTE, Marcelo Casemiro; GALETTO, Leonardo; MAUÉS, Márcia Motta; PACHECO FILHO, Alípio José S.; BOMFIM, Isac Gabriel A.; FREITAS, Breno M. Nectar Production Dynamics and Daily Pattern of Pollinator Visits in Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Plantations in Central Amazon: Implications for Fruit Production **Apidologie**. 12 p, 2018.

CORREIA, Francis Wagner Silva.; MANZI, Antonio Ocimar; CÂNDIDO, Luiz Antonio; SANTOS, Rosa Maria Nascimento dos; PAULIQUEVIS, Theotônio. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 39–43, 2007.

CORREIA, Francisco Cildomar da Silva; PERUQUETTI, Rui Carlos; SILVA, Andressa Ribeiro; GOMES, Fábio Augusto. Influência da temperatura e umidade nas atividades de voo de operárias de *Melipona ebúrnea* (Apidae, Meliponina). **Arquivos de ciências veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 20, n. 2, p. 65-70, 2017.

CORVERA-GOMRINGER, Ronald.; PALOMINO, Wilson Suri.; TORRES, Dennis Del Castillo; AUCA, Edgar Cusi. La Castaña Amazónica Regalo de la Biodiversidad. Lima, Peru. **Ministerio del Ambiente**. 108 p, 2014.

COSTA, Mirian Gomes; TONINI, Helio; MENDES FILHO, Paulo. Atributos do Solo Relacionados com a Produção da Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-10, 2017.

CYMERYS, Margaret; WADT Lúcia; KAINER, Karen; ARGOLO, Valdirene. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. CIFOR, Imazon, Belém, 2005.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - CPTEC/INPE. **El Niño e La Niña. Possível Ocorrência de El Niño nos Próximos Trimestres**. 2018. Disponível em:< <http://enos.cptec.inpe.br/#>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018. 18:17.

DEGEN, Bernd; ROUBIK, David W. Effects of Animal Pollination on Pollen Dispersal, Selfing, and Effective Population Size of Tropical Trees: A Simulation Study. **Biotropica**, v. 36, n. 2, p. 165–179, 2004.

DIONISIO, Luiz Fernandes Silva; CONDÉ, Tiago Monteiro; GOMES, Jefferson Peixoto; MARTINS, Walmer Bruno Rocha; SILVA, Marcos Wanderley; SILVA, Manoela Torres. Caracterização morfométrica de árvores solitárias de *Bertholletia excelsa* H.B.K. no sudeste de Roraima. **Revista Agro@ambiente**, v. 11, n. 2, p. 163-173, 2017.

ECHER, Mariza Pereira de Souza; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, E.B. A importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: Metodologias para aquisição de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 341-352, 2006.

ELTZ, Thomas; BRÜHL, Carsten A.; IMIYABIR, Zamrie; LINNSENMAIR, K. Eduard. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forest in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 172, n. 2–3, p. 301–313, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. **Rev. atual**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. Manual de métodos de análises de solo. 3 ed. **Rev. ampl**. Brasília, 2017.

FARIAS, Paulo Roberto Silva. **Manual de Entomologia Geral**. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. 142 p, 2013.

FENSTER, Charles B.; ARMBRUSTER, W. Scott; WILSON, Paul; DUDASH, Michele R.; THOMSON, James D. Pollination Syndromes and Floral Specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 375–403, 2004.

GIROLDO, Aelton B.; SCARIOT, Aldicir. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. **Biological Conservation**, v. 191, p. 150-158, 2015.

GIURFA, Martin; MENZEL, Randolph; CHITTKA, Lars. Colour preferences of flower-naive honeybees. **Journal of Comparative Physiology**, v. 177, n. 3, p. 247–259, 1995.

GONÇALVES, Eduardo Gomes; LORENZI, Harri. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, São Paulo, 2007.

GONÇALVES, Eduardo Gomes; LORENZI, Harri. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 2 ed. São Paulo, 2011.

GUARIGUATA, Manuel R.; CRONKLETON, Peter; DUCHELLE, Amy E.; ZUIDEMA, Pieter A. Revisiting the ‘cornerstone of Amazonian conservations’: a sociological assessment of Brazil nut exploitation. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, n. 9, p. 2007–2027, 2017.

GUEDES, Marcelino Carneiro; NEVES, Ezaquiel de Sousa; RODRIGUES, Ediglei Gomes; PAIVA, Paulo; COSTA, Janaina Barbosa Pedrosa; FREITAS, Marciane Furtado; LEMOS, Lindinaldo Machado. ‘Castanha na roça’: expansão da produção e renovação em áreas de agricultura itinerante no Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 381-398, 2014.

GUERREIRO, Quêzia Leandro de Moura; OLIVEIRA JÚNIOR, Raimundo Cosme; SANTOS, Gérson Rodrigues; RUIVO, BELDINI, Troy Patrick; CARVALHO, Eduardo Jorge Maklouf; SILVA, Katia Emidio; GUEDES, Marcelino Carneiro; SANTOS, Roberto Brasil. Spatial variability of soil physical and chemical aspects in a Brazil nut tree stand in the Brazilian Amazon. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 4, p. 237–250, 2017.

HAUGAASEN, Joanne M. Tuck.; HAUGASEN, Torbjørn.; PERES, Carlos A.; GRIBEL, Rogerio.; WEGGE, Per. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, n. 3, p. 251–262, 2010.

HILÁRIO, Sergio Dias; RIBEIRO, Márcia de Fátima; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de voo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidade, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 135-143, 2007a.

_____. Efeito de vento sobre a atividade de voo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidade, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 225-232, 2007b.

HOFSTEDE, F. E.; SOMMEIJER, M. J. Influence of environmental and colony factors on the initial commodity choice of foragers of the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). **Insect Sociux**, v. 53, p. 258-264, 2006.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Cemitério das castanheiras. **Ciências Hoje**, vol 34, nº 202, 2004.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama; MENEZES, Antônio José Elias Amorim; MAUÉS, Marcia Motta. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 293-306, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2012.

_____. **Produção da Extração vegetal e Silvicultura 2012**. Rio de Janeiro, IBGE, 2013.

_____. **Manual Técnico de Pedologia**. 3 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2015.

Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP). **Cadeias de comercialização de produtos florestais não madeireiros na Região de Integração Baixo Amazonas, estado do Pará**. Belém, PA: IDESP. 221 p., 2011.

_____. 2012. **Estatística Municipal Oriximiná**. Belém, PA: IDESP. 48 p., 2012.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services IPBES. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo, (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 p, 2016.

IWANA, Satoko. A influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidade, Meliponinae). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 2, p. 189-201, 1977.

JANZEN, D.H. Euglossine Bees as Long-distance Pollinators of Tropical Plants. **Science**, News series, v. 171, n. 3967, p. 203–205, 2009.

JR DAVID, P. G.; LEGOUT, H.; PETAVY, G.; CAPY, P.; MORETEAU, B. Iso female lines in *Drosophila*: an empirical approach to quantitative trait analysis in natural populations. **Heredity**, v. 94, p. 3-12, 2005.

KAINER, Karen A.; WADT, Lúcia H.O.; STAUDHAMMER, Christina L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management**, v. 250, n. 3, p. 244–255, 2007.

KARL von FRISCH. Bees: their vision, chemical senses, and language. **Oxford University Press**, v. 1, p. 157, 1950.

KELLER, Lukas F.; WALLER, Donald M. Inbreeding effects in wild populations. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 5, p. 230–241, 2002

KEVAN, Peter G. Floral Colors the Insect Eye: What They Are What They Mean. **The handbook of experimental pollination biology**, n. May, p. 3–30, 1983.

KEVAN, Peter G. Pollinators as bioindicators of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 373-393, 1999.

LOCATELLI, M.; SILVA FILHO, E. Pereira; VIEIRA, A. Hermes; MARTINS, E. Pacelli; PEQUENO, P. L. de Luna. **Castanha-do-Brasil – Opção para solo de baixa fertilidade na Amazônia**. Porto Velho, Embrapa Rondônia, 2002.

MALERBO-SOUZA, Darclot Teresinha; SILVA, Flávio Augusto Santos. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellífera* L. no decorrer do ano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 183-190, 2011.

MARCHI, Paola; ALVES-DOS-SANTOS, Isabel. As abelhas de gênero *Xylocopa* Latreille (Xylocopini, Apidae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 249-269, 2013.

MARTINS, Karina; SANTOS, Raifanny da Silva Oliveira; CAMPOS, Tatiana; WADT, Lúcia Helena de Oliveira. Pollen and seed dispersal of Brazil nut trees in the southwestern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 48, n. 3, p. 217-223, 2017.

MAUÉS, Márcia Motta Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) in eastern Amazônia. **Pollinating Bees - The Conservation Link between Agriculture and Nature**, p. 245–254, 2002.

MAUÉS, Márcia Motta.; OLIVEIRA, Paulo Eugênio Alves Macedo de. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 238–250, 2010.

MAUÉS, Márcia Motta; CAVALCANTE, Marcelo Casemiro; SANTOS, A.C.; KRUG, C. Brazil nut in the Amazon. In: ROUBIK, David Ward (org). **The Pollination of Cultivated Plants. A Compendium for Practitioners**. FAO, Roma: v. 1, p.220-225, 2018.

MILLET-PINHEIRO, Paulo; SCHLINDWEIN, Clemens. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrance in sugarcane monocultures? **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 853–858, 2005.

MORI, Scott Alan; PRANCE, Ghilleen T.; BOLTEN, Alan B. Additional notes on the floral biology of neotropical Lecythidaceae. **Brittonia**, v. 30, n. 2, p. 113, 1978.

MORI, Scott Alan. Biologia da polinização em Lecythidaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 2, p. 121–124, 1988.

MORI, Scott Alan.; PRANCE, Ghilleen T. Taxonomy, Ecology, and Economic Botany of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, v. 8, n. April, p. 130–150, 1990.

MORITZ, Astrid. Estudos biológicos da floração e da frutificação da Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) Belém: **EMBRAPA CPATU**, Documentos 29, p. 82, 1984.

MORSE, Douglass H. Behavior and Ecology of Bumble Bees. **Social Insects**, v. 3, p. 245-322, 1982.

MOURA, Luciana Machado. **Variabilidade da cobertura de nuvens na cidade de São Paulo**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá (MG), 2015.

MOURE, J. S.; MELO G. A. R.; VIVALLO, F. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue/imgs/catalogue?id=29652>>. Acesso em: 17 de setembro de 2018, 20:58.

MÜLLER, Carlos Hans; RODRIGUES, Irenice Alves; MÜLLER, Antonio Agostinho; MÜLLER, Nina Rosária Maradei. Castanha-do-brasil. **Embrapa/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Miscelânea 2**, p. 1–25, 1980.

MÜLLER, Carlos Hans; FIGUEIREDO, Francisco José Câmara; KATO, Armando Kouzo; CARVALHO, José Edmar Urano de; STEIN, Ruth Linda Benchimol; SILVA, Antonio de Brito. A cultura da Castanha do Brasil. **Coleção Plantar**. Brasília: Embrapa SPI. p. 65, 1995.

NELSON, B. W.; ABSY, M. L.; BARBOSA, E. M.; PRANCE, G. T. Observations on flower visitors to *Bertholletia excelsa* H.B.K. and *Couratari tenuicarpa* A.C.SM. (Lecythidaceae). **Acta Amazônica**, supl. v. 15, p.225-234, Manaus, 1985.

NEPSTAD, D.; BROWN, I.; LUZ, L.; ALECHANDRE, A.; VIANA, V. Biotic Impoverishment of Amazonian Forests by Rubber Tappers, Loggers, and Cattle Ranchers. **Advances in Economic Botany**, v.9, 1-14, 1992.

NEPSTAD, Daniel C.; VERÍSSIMO, Adalberto; ALENCAR, Ane; NOBRE, Carlos; LIMA, Eirivelthon; LEFEBVRE, Paul; SCHLESING, Peter; POTTER, Christopher; MOUTINHO, Paulo; MENDOZA, Elsa; COCHRANE, Mark; BROOKS, Vanessa.

Large-scale impoverishment of Amazonian forest by logging and fire. **Nature**, v. 398, n. 6727, p. 505–508, 1999.

National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA. **El Niño and La Niña: Frequently asked questions**. 2016. Disponível em:< <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018. 09:38.

OLIVEIRA, Flavio Natal Mendes; ARAÚJO, Rutenio Luiz Castro de; CARVALHO, João da Silva; SILVA, Clauzionor Lima da. Inferência de mudanças climáticas na região de Manaus (AM) usando dados geotermais e meteorológicos. **Revista Brasileira de Geofísica** 24(2): 169-187, 2006.

OLIVEIRA, Benedito Gledson de Araújo. **Avaliação da Diversidade de Abelhas Silvestres Euglossini (Hymenoptera, Apoidea) na Região do Delta do Parnaíba, Brasil e a Percepção da Importância das Abelhas pela População Local**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Piauí, Teresina, p. 86, 2011.

ORTIZ, Enrique G. Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*). En: A. Guillen, S.A. Laird, P. Shanley; A.R.Pierce (eds.). Tapping the green market: certification and management of non-timber forest products. **Earthscan**, p. 61-74, 2002.

PARRA-TABLA, Víctor; VARGAS, Caos F.; MAGAÑA-RUEDA, Sergio; NAVARRO, Jorge. Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* Lindey (Orchidaceae) in two contrasting habitat patches: Forest vs agricultural field. **Biological Conservation**, v. 94, n. 3, p. 335–340, 2000.

PAVLIK, Bruce M.; FERGUSON, Nancy; NELSON, Marjorie. Assessing limitations on the growth of endangered plant populations, II. Seed production and seed bank dynamics of *Erysimum capitatum* ssp. *Angustatum* and *Oenothera deltoides* spp. *Howellii*. **Biological Conservation**, v. 65, n. 3, p. 267–278, 1993.

PEREIRA, Amauri José. **Floração e Frutificação da Castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl) em Áreas Desmatadas, Noroeste do Pará**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará, Oriximiná (PA), 2016.

PEREIRA, Henrique dos Santos. Manejo Agro Florestal da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) na região do lago de Tefé (AM). **Rev. U. A. Série Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 11-32, 1994.

PIMENTEL, M. O. **Comprimento de Castanheira (fuste e altura) Com Uso de Trena a Laser**. Disponível em: <<https://youtu.be/vbCXLuqJI4E>> Postado em: 02 de junho de 2018.

_____. **Queda de Castanheiras (*B. excelsa* Bonpl.) em área desmatada**. Disponível em: <<https://youtu.be/1ehSUIA0FGw>> Postado em: 04 de junho de 2018.

_____. **Queda de Castanheiras na Floresta por Vento e Raio**. Disponível em: <<https://youtu.be/XK40QYBnEAU>> Postado em: 08 de junho de 2018.

_____. **Escalada em Castanheira (tree climbing) Microclima**. Disponível em: <<https://youtu.be/L9LYQ6mkMnE>> Postado em: 08 de junho de 2018.

_____. **Escalada em Castanheira (tree climbing) Captura de Abelhas 31 de Março de 2018**. Disponível em: <<https://youtu.be/VVFJwxC7D94>> Postado em: 19 de junho de 2018.

_____. **Escalada em Castanheira (tree climbing) Captura de Abelhas 01 de abril de 2018**. Disponível em: <https://youtu.be/WgcASTpl_h4> Postado em: 19 de junho de 2018.

PIRES, Gabrielle Ferreira. **Resposta do Clima Amazônico ao Desmatamento Progressivo da Amazônia e do Cerrado**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, p. 52, 2012.

POWEL, Harriett A., POWEL, George V. N. Population dynamics of Male Euglossine Bees in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica** v. 19, n. 2, p. 176–179, 2011.

PYLE, R.; BENTZIEN, M.; OPLER, P. Insect Conservation. **Annual Review of Entomology**, v. 26, p. 233–258, 1981.

RAFAEL, José Albertino. A Amostragem. Protocolo e Técnicas de Captura de Diptera. **Monografias Tercer Milenio**, v. 2, p. 301–304, 2002.

RAMALHO, André Villaça. **Comunidades de Abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em Remanescentes de Mata Atlântica na Bacia do Rio São João, RJ.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. Ecologia, 2006.

RAW, Anthony. The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 1, p. 103–107, 1989.

RAZALI, Nornadiah Mohd., WAH, Yap Bee. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v. 2, n. 1, p. 21–33, 2011.

RIBEIRO, Éville Karina Maciel Delgado; RÊGO, Márcia Maria Corrêa; MACHADO, Isabel Cristina Sobreira. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos forais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 165–171, 20JOur08.

ROCKWELL, Cara A.; GUARIGUATA, Manuel R.; MENTON, Mary; QUISPE, Eriks Arroyo; QUAEDVLIEG, Julia; WARREN-THOMAS, Eleanor; SILVA, Harol Fernandez; ROJAS, Edwin Eduardo Jurado; ARRUNÁTEGUI, José Andrés Hideki Kohagura; VEGA, Luis Alberto Meza; HANCCO, Roger Quenta; VERA, Olivia Revilla; TITO, Jonatan Frank Valera; PANDURO, Betsy Tabita Villarroel; SALAS, Juan José Yucra. Spatial distribution os *Bertholletia excelsa* in selectively logged forest of the Peruvian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, p. 1-14, 2017.

ROTH, Ingrid. Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types. **Springer Netherlands**, p. 324, 1987

ROUBIK, David W. Ecology and natural history of tropical bees. **Cambridge Tropical Biology series**, p. 525, 1989.

SALOMÃO, Rafael de Paiva. A Castanheira: história natural e importância socioeconômica. **Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 259–266, 2014.

SANTOS, Charles F.; ABSY, Maria L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): Interações com Abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e nicho trófico. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 854-861, 2010.

SCHÖNGART, Jochen.; GRIBEL, Rogério.; FONSECA-JUNIOR, Sinomar Ferreira.; HAUGAASEN, Torbjorn. Age and Growth Patterns of Brazil Nut Trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in Amazonia, Brazil. **Biotropica**, v. 47, p. 550-558, 2015.

SCOLES, Ricardo.; GRIBEL, Rogério. Population structure of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 39, n. 4, p. 455–464, 2011.

SCOLES, Ricardo., GRIBEL, Rogério. The regeneration of Brazil nut trees in relation to nut harvest intensity in the Trombetas River valley of Northern Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 265, p. 71–81, 2012.

SCOLES, Ricardo.; KLEIN, Gilmar Nicolau.; GRIBEL, Rogério. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) plantada em diferentes condições de luminosidade após seis anos de plantio na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi**, v. 9, n. 2, p. 321–336, 2014.

SCOLES, Ricardo.; GRIBEL, Rogério. Human influence on the Regeneration of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) at the Capanã Grande Lake, Manicoré, Amazonas, Brazil. **Human Ecology**, v. 43, n. 6, p. 843–854, 2015.

SCOLES, Ricardo.; CANTO, Marcelo Serrão., ALMEIDA, Renato Glauber., VIEIRA, Dayanne Pinheiro. Sobrevivência e frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em áreas desmatadas, Oriximiná, Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p 555-564, 2016.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade-SEMAS/PA. **Boletim de análise e Previsão Climática**. Rede estadual de previsão climática e Hidrometeorológica do Pará – RPCH. Ano XI, abril de 2018. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/Boletim_RPCH_N%C2%BA_Abril_2018.pdf>. Acesso em: 01 de agosto de 2018. 18:09.

SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel A. R.; ALMEIDA, Eduardo A. B. Abelhas Brasileiras Sistemática e Identificação. Belo Horizonte, p. 254, 2002.

SIMPSON, Beryl B.; NEFF, John L. Floral Rewards: Alternatives to Pollen and Nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 68, n. 2, p. 301–322, 1981.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 2 ed. Nova Odessa, 2008.

TONINI, Helio. Amostragem para a estimativa de produção de sementes de castanhiera-do-brasil em floresta nativa. **Pesq. agropec. bras.**, v. 48, n. 5, p. 519-527, 2013.

TONINI, Helio; ARCO-VERDE, Marcelo Francia. A castanhiera-do-brasil (*Bertholletia excelsa*): crescimento, potencialidade e usos. Boa Vista: Embrapa: **Documento 03 Embrapa**, p. 31, 2004.

TONINI, Helio; BORGES, Renato Alves. O Extativismo da Castanha-do-brasil na Região do Baixo Rio Branco (RR). **Documentos 39 Embrapa**, v. ISSN 1981, n. Boa Vista, Roraima, 2010.

TONINI, Helio; COSTA, Patricia; KAMINSKI, Paulo Emilio. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanhiera do brasil (*Bertholletia excelsa*) em Roraima. **Anais do VII Congresso de ecologia do Brasil**, p. 1-2, 2007.

_____. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfométricas da copa e índices de competição. **Pesq. agropec.bras.**, v. 43, n. 11, p. 1509-1516, 2008.

TONINI, Helio; PEDROZO, Cássia Ângelo. Variações Anuais na Produção de frutos e sementes de castanhiera-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythydaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 133-144, 2014.

TSCHARNTKE, Teja; BRANDL, Roland. Plant-Insect interactions in fragmented landscapes. **Annual Review of Entomology**, v. 49, p. 405-430, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2012.

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Sistema de Bibliotecas. **Guia de normalização da produção científica da UFOPA**. Santarém, 2016.

VAISSIÈRE, Bernard E.; FREITAS, Breno E.; GEMMILL-HERREN, Barbara. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops. Roma: **FAO**. p. 26, 2009

_____. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: A handbook for its use. Roma: **FAO**. p. 73, 2011.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. Meteorologia e Climatologia. **Brasil**, 522 p., 2005.

VERÇOZA, Fábio de Castro. Polinização de *Vellozia candida* Mikan (Velloziaceae) nos afloramentos rochosos do costão de Itacoatiara, Niterói, RJ: Um caso de melitofilia em Inselbergue do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 1, p. 29-32, 2012.

VIANA, V.M.; MELLO, R.A.; MORAES, L.M.; MENDES, N.T. Ecologia e manejo de populações de castanha-do-Pará em reservas extrativistas Xapurí, Estado do Acre. In: GASCON, C.; MOUNTINHO, P. (Eds.). Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA**, Manaus, Amazonas, Brasil. p. 277-292, 1998.

WADT, Lúcia Helena; BALDONI, Aisy Botega; SILVA, Virginia Santiago; CAMPOS, Tatiana; K. MARTINS; V.C.R. AZEVEDO; MATA, Lorena Ramos; A.A. BOTIN; HOOGERHEIDE, Eulalia Soler Sobreira; TONINI, Helio; A. M. SEBBENN. Mating system variation among populations, individuals and within and among fruits in *Bertholletia excelsa*. **Silvae Genetica**, v. 64, p. 248-259, 2015.

WADT, Lúcia Helena O.; KAINER, Karen A.; STAUDHAMMER, C.L.; SERRANO, R.O.P. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: Natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation**, v. 141, n. 1, p. 332–346, 2008.

WADT, Lúcia Helena O.; KAINER, Karen A. Domesticação e Melhoramento de Castanheira. n: **BORÉM, A.; LOPES, M.T.G; CLEMENT, C. R. (Ed). Domesticação e melhoramento. Espécies Amazônicas.**, p. 297–317, 2009.

WINFREE, Rachel; WILLIAMS, Neal M.; DUSHOFF, Jonathan; KREMEN, Claire. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. **Ecology Letters**, v. 10, n. 11, p. 1105–1113, 2007.

WITKOSKI, Antonio Carlos. Florestas de trabalho: os camponeses amazônicos de várzea e as formas de uso de seus recursos naturais. **II Encontro da ANPPAS**. p. 30, 2005.

YAMAMOTO, Leila Fumiyo; KINOSHITA, Luiza Sumiko Kinoshita; MARTINS, Fernando Roberto. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 553–573, 2007.

ZUIDEMA, Pieter A; BOOT, René G. A. Demography of the Brazilnut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 1, p. 1–31, 2002.

ZUIDEMA, Pieter A. Ecología y Manejo del Arbol de Castaña (*Bertholletia excelsa*). PROMAB, **Serie Científica** n^o 6, 118 p., 2003.

ANEXOS



**Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de
Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT**

Número do Processo: BR 20 2019 007089 8

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 11118393000159

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Órgão Público

Endereço: AV MENDONÇA FURTADO, 2946 - SALA 222

Cidade: Santarém

Estado: PA

CEP: 68040050

País: Brasil

Telefone: 9321016793

Fax:

Email: ai.ufopa@gmail.com

Dados do Pedido

Natureza Patente: 20 - Modelo de Utilidade (MU)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (94): Rede entomológica de funil

Resumo: Captura ativa de insetos em inventários e estudos entomológicos.

A rede entomológica de funil proporciona a captura ativa de insetos por maior período, eficiência e menor esforço, sem a preocupação de que os insetos capturados anteriormente possam escapar quando comparadas aos instrumentos de captura convencionais (rede entomológica ou de varredura). Resulta vantagem em locais de captura de difícil acesso como a copa das árvores. Esta rede entomológica proporciona a captura de insetos em voo, pousados ou que estão dentro de flores. A rede entomológica de funil consiste em: estrutura circular em forma de anel que sustenta a rede externa e a interna. O anel tem diâmetro suficiente para encobrir flores, é fabricado de material leve como alumínio, fixado ao cabo com auxílio de parafuso, porcas e arruelas. Na parte superior do anel é fixada uma pequena haste para que o conjunto de redes confeccionadas de tecido transparente e fino, não bloqueiem a entrada dos insetos. A rede externa tem fundo fechado e a interna com comprimento de 2/3 da rede externa, tem o fundo vazado (funil), permitindo a entrada de espécimes vivos. O cabo é retrátil, feito de tubo de material leve de 3/8 polegada, inserido dentro de outro tubo de 3/8 polegadas, que se fixam e regulam o comprimento adequado pelo auxílio de um aperto rápido.

Figura a publicar: 000

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 2

Nome: MAICO DE OLIVEIRA PIMENTEL

CPF: 76137708268

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Fiator: Biólogo, biomédico e afins

Endereço: BECO PIQUIÁ, 94

Cidade: OROQUIMINÁ

Estado: PA

CEP: 68270-000

País: BRASIL

Telefone: (93) 991 973515

Fax:

Email: klayton@hotmail.com

Inventor 2 de 2

Nome: RICARDO SCOLES CANO

CPF: 52963802234

Nacionalidade: Espanhola

Qualificação Fiator: Professor do ensino superior

Endereço: RUA B Nº 20 CS 03 - MARACANÃ I

Cidade: SANTAREM

Estado: PA

CEP: 68038-615

País: BRASIL

Telefone: (93) 991 758050

Fax:

Email: ricardo.cano@ufopa.edu.br

Documentos anexados

Tipo Anexo	Nome
Comprovante de pagamento de GRU 200	GRU Pagamento.pdf
Relatório Descritivo	Relatório Descritivo.pdf
Reivindicação	Reivindicações.pdf
Resumo	Resumo.pdf
Desenho	Figuras.pdf
Desenho	Figuras01.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, e acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 06/04/2019 às 10:14, Petição 870190033347



Universidade Federal do Oeste do Pará
Agência de Inovação Tecnológica

Santarém-PA, 12 de abril de 2019.

Ao
INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial
DIRPA - Diretoria de Patentes

ESCLARECIMENTO

ASSUNTO: Inclusão de nomes de Inventores – Pedido: BR 20 2019 007069-8

Considerando o pedido de Modelo de Utilidade em epígrafe, depositado pela Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, CNPJ: 11.118.393/0001-59, em 22/02/2019, solicitamos a inclusão dos dois inventores abaixo relacionados, visto que no momento do Cadastro do Pedido, por um grande equívoco não foram incluídos.

Na expectativa dos devidos ajustes e no trâmite normal do pedido, desde já agradecemos

Diógenes Moraes da Costa
Agência de Inovação Tecnológica - AIT / UFOPA
Siane nº 1934228



Universidade Federal do Oeste do Pará
Agência de Inovação Tecnológica

REDE ENTOMOLOGICA DE FUNIL
Inventores

Inventores a serem Cadastrados no Pedido: BR 20 2019 007069-8

Melquíades de Oliveira Costa

D.N.: 09/11/1985

Nacionalidade: Brasileira

Naturalidade: Belém – Pará

CPF: 883.596.032-00

Identidade: 5456705

Órgão emissor: Polícia Civil

Data de emissão: 05/01/2005

Endereço: Rua Guadalupe 958 – Bairro: Novo Horizonte - Cep: 68.270-000 – Oriximiná - PA

Telefone celular: (93) 99178 2395

e-mail: melqbiologic@gmail.com

Márcia Motta Maués

D.N.: 08/06/1964

Nacionalidade: Brasileira

Naturalidade: Belém (Pará)

CPF: 252.411.412-00

Identidade: 2371560

Órgão emissor: SSP/PA

Data de emissão: 26/05/1994

Endereço: Rua João Balbi, 708. Ap. 601. CEP 66.055-280. Bairro de Nazaré, Belém/PA

Telefone celular: (91) 98155-0266

e-mail: marcia.maués@embrapa.br

Diógenes Moraes da Costa
Agência de Inovação Tecnológica - AIT / UFOPA
Siapa nº 1934228