



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

EPIFÂNIA EMANUELA DE MACÊDO ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA MATA NATIVA NA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE
ABELHAS POLINIZADORAS DE CAJUEIROS (*Anacardium occidentale* L.) EM
PLANTIOS COMERCIAIS**

FORTALEZA

2013

EPIFÂNIA EMANUELA DE MACÊDO ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA MATA NATIVA NA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE
ABELHAS POLINIZADORAS DE CAJUEIROS (*Anacardium occidentale* L.) EM
PLANTIOS COMERCIAIS**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

R571i Rocha, Epifânia Emanuela de Macêdo.
A influência da mata nativa na diversidade e abundância de abelhas polinizadoras de cajueiros
(*Anacardium occidentale* L.) em plantios comerciais. / Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha. – 2013.
79 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Abelhas e Polinização.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

1. Abelha. 2. Polinização por inseto. 3. Cajueiro anão. 4. Castanha de caju – Produção. I. Título.

CDD 636.08

EPIFÂNIA EMANUELA DE MACÊDO ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA MATA NATIVA NA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE
ABELHAS POLINIZADORAS DE CAJUEIROS (*Anacardium occidentale* L.) EM
PLANTIOS COMERCIAIS**

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção Título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal

Dissertação aprovada em Fortaleza em 12 de Março de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas (ORIENTADOR)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Everton Alves

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Aos meus pais, pessoas fundamentais na minha vida, pela educação e ensinamentos; minhas irmãs pelo carinho e apoio que sempre me deram.

Aos amigos da Rede de Polinizadores do Cajueiro.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela sua presença constante em minha vida, guiando meus passos, dando-me coragem e perseverança para continuar seguindo em frente mesmo quando os obstáculos para mim pareciam intransponíveis.

Aos meus pais pelo apoio, mas principalmente a minha mãe que sempre esteve ao meu lado incondicionalmente não medindo esforços para a minha educação pessoal e formação profissional. Um verdadeiro anjo da guarda que Deus colocou em minha vida.

Às minhas irmãs, Inádia de Macêdo e Sandra de Macêdo pelo apoio e compreensão nos momentos que precisei.

A toda minha família, em especial, a minha tia-avó Edith, que mesmo longe torce e reza por mim.

À minha amiga Iana Távora Lima que com sua amizade sincera e verdadeira, mostrou que a vida é muito mais do que sonhar.

Aos amigos da Rede de Polinizadores do Cajueiro, Camila Queiroz Lemos, Roberto Felipe Rocha, Patrícia Barreto de Andrade, Keniesd Sampaio Mendonça, Natália de Oliveira Pereira, David Silva Nogueira, Antônio Diego de Melo Bezerra e Ramayanno Lopes de Alencar, obrigada por todo apoio, pela ajuda em todas as coletas de campo. Sem vocês a realização deste trabalho teria sido muito mais difícil.

Não poderia deixar de agradecer as “participações especiais” que tivemos nas viagens de campo para coleta de dados: Aline dos Santos, Wander Soares e Victor Monteiro. Meu muito obrigado.

Meus agradecimentos especiais aos amigos Keniesd Mendonça pelas horas de trabalho incansável no laboratório de Abelhas para a tabulação dos dados; a Patrícia Andrade e Natália Pereira pela enorme ajuda na montagem e envio dos insetos para identificação e Camila pela ajuda nas correções.

Ao Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas pela oportunidade, apoio, confiança, amizade, muita paciência e principalmente pela orientação e contribuição para minha formação acadêmica como orientador na construção deste trabalho.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pela oportunidade de estágio dada àquela aluna de graduação em Zootecnia no Setor de Abelhas, e também pela confiança, amizade, respeito e consideração. Meu muito obrigado!

Ao Sr. Francisco José Carneiro da Silva, funcionário do Setor de Abelhas, pela amizade e respeito, pois foi através de seus ensinamentos práticos que de fato ingressei no mundo das abelhas.

Ao Sr. Hélio Rocha Lima, funcionário do Setor de Abelhas, pela disponibilidade de tempo para ajudar na procura e escolha das áreas que fazem parte deste estudo.

As amigas Dra. Raquel Andrea Pick e Dra. Darci de Oliveira Cruz pela amizade e valiosas sugestões para esse trabalho

Ao colega Alípio Pacheco que apesar dos muitos compromissos, dedicou seu tempo para ajudar nas análises dos dados, além de contribuir com sugestões para este trabalho.

Aos amigos, colegas e companheiros que conheci no Grupo de Pesquisa com Abelhas - UFC em especial Luiz Wilson Lima-Verde, Patrícia Andrade, Mikail Olinda, Marcelo Milfont, Rômulo Rizzardo, Isac Bomfim, Marcelo Casimiro, Michelle Guimarães, Valdênio Mascena, David Silva, Camila Lemos, Keniesd Sampaio, Natália Pereira, Arianne Moreira, Angela Gomes, Nayanny Fernandes e Aline dos Santos pelo convívio e bons momentos no Laboratório de Abelhas.

Aos amigos de coração que fiz durante a graduação em Zootecnia Dayana Francys, Fred Acioly, Natália Aquino, Yara Araújo, Rebeca Magda, Sarah Gomes e Rafaela Cipriano, pelos momentos de descontração e torcida durante a realização desse trabalho.

A minha colega e amiga Danielle Saraiva Pereira pelas sugestões e correções dadas a esse trabalho.

Meu agradecimento especial a Dona Fátima e Sr. Mariano, pela dedicação em nos receber em sua casa, nos dando apoio incondicional durante todo o período de coleta de dados.

Ao professor Dr. José Everton Alves, pelas valiosas sugestões e contribuições a esse trabalho.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em particular, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado bem como ao corpo docente que o torna de excelência.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Secretária da Coordenação da Pós-Graduação Francisca Prudêncio, pelo apoio administrativo proporcionado durante todo o curso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Panículas do cajueiro com flores masculinas (a) e flores hermafroditas (b) em diferentes estádios indicados pela de cor das flores... ..	Erro! Indicador não definido.	27
Figura 2 – Produtos obtidos do cultivo do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.) no Brasil.....		28
Figura 3 – Mapa de localização do município de Horizonte no Estado do Ceará (a). Imagem aérea mostrando as três propriedades selecionadas para a realização do estudo e as respectivas distâncias entre si: propriedade I (ÁREA 1) , propriedade II (ÁREA 2)e propriedade III (ÁREA 3).....		40
Figura 4 – Imagens aéreas mostrando a posição das dez áreas experimentais, com e sem borda de mata nativa, distribuídas na propriedade I (a), propriedade II (b) e propriedade III (c).....		41
Figura 5 – Esquema da demarcação de cinco distâncias (40m, 80m, 120m, 160m e 200m) a partir da borda do cultivo de cajueiro usado no experimento. Horizonte, CE		43
Figura 6 – Panícula do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) com abelha social <i>Trigona spinipes</i> visitando a flor branca em primeiro dia de antese no município de Horizonte, CE.....		44
Figura 7 – Trajeto em transecto linear usado para a contagem e registro de visitantes florais em 500 panículas no município de Horizonte, CE.		44
Figura 8 – Esquema utilizado para a demarcação do perímetro de 25 m x 50 m para todas as dez áreas, onde foram realizadas as capturas com rede entomológica, no município de Horizonte, CE.....		45
Figura 9 – Número médio de visitas de <i>Apis mellifera</i> em 500 panículas em cajueirais com e sem mata nativa, de agosto a novembro de 2012, em Horizonte – Ceará.		53
Figura10 – Número médio de visitas de meliponíneos em 500 panículas nas áreas de cajueirais com e sem mata nativa de agosto a novembro de 2012, em Horizonte – Ceará.		54
Figura 11 – Frequência horária de <i>Apis mellifera</i> em áreas de cajueiros com borda da cultura com mata nativa e sem mata nativa em 2012, em Horizonte, Ceará.....		55
Figura 12 – Frequência horária de meliponíneos em áreas de cajueiros com borda da cultura com mata nativa e sem mata nativa, em Horizonte, Ceará.....		67
Figura 13 – – Marcação da árvore para avaliação da produção de castanhas por árvore, tendo a área abaixo da copa delimitada com fita zebra (a) e (b) e a marcação com a numeração correspondente (c). Horizonte, CE.		53
Figura 14 – Correlação entre o aumento na produção de frutos e a taxa de visitação por meliponíneos às flores do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>). Horizonte, CE..		71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies visitantes florais do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>), coletados com rede entomológica, no município de Horizonte, Ceará, em 2012.	47
Tabela 2 – Média da frequência de insetos coletados com rede entomológica em áreas com borda de mata nativa em pomares de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em Horizonte, CE....	50
Tabela 3 – Média de frequência de insetos coletados com rede entomológica em áreas sem borda de mata nativa em pomares de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em Horizonte, CE. ..	50
Tabela 4 – Frequência média de visitantes florais do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em áreas com mata nativa no município de Horizonte, Ceará, em 2012.	51
Tabela 5 – Frequência média de visitantes florais do cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em áreas sem mata nativa do município de Horizonte, Ceará, em 2012.....	51
Tabela 6 – Média de visitantes florais em diferentes distâncias nas áreas com mata nativa durante o período de agosto a novembro de 2012 em cultivo de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em Horizonte, CE.	52
Tabela 7 – Média de visitantes florais em diferentes distâncias nas áreas sem mata nativa durante o período de agosto a novembro de 2012 em cultivo de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) em Horizonte, CE..	52
Tabela 8 – Número médio de produção de castanhas por distâncias em 2012 nas áreas com e sem mata nativa nas bordas da cultura, em 2012, em Horizonte, Ceará.	68
Tabela 9 – Número médio de castanhas produzidas em cada distância nas áreas com mata e sem mata nativa nas bordas da cultura, em 2012, em Horizonte, Ceará.	68
Tabela 10 – Produtividade em número de castanhas/ha nos diferentes gradientes de distâncias em áreas com mata nativa e sem mata nativa.	69

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 1	18
Referencial Teórico	18
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
1.1. Os Polinizadores.....	19
1.2. Polinização	21
1.3. O Cajueiro	23
1.4. A cajucultura e a produção de castanhas.....	24
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO II.....	31
A influência da distância do fragmento de vegetação nativa em pomares comerciais de cajueiros na abundância e na diversidade de polinizadores	31
RESUMO	32
ABSTRACT	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E METODOS.....	36
2.1. Localização e descrição das áreas de estudo	36
2.2. Frequência de visitantes florais	38
2.3. Coleta e identificação de visitantes florais do cajueiro	40
2.4. Análise de dados.....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO III.....	57
A influência dos fragmentos de mata nativa na produção de castanhas em cajueiro anão precoce (<i>Anacardium occidentale</i> L.)	57
RESUMO	58
ABSTRACT	59
1. INTRODUÇÃO.....	60

2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1.	Levantamento da produção de castanha	62
2.2.	Análise de dados	63
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
4.	CONCLUSÕES	68
	REFERÊNCIAS	69

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A polinização das culturas é um claro exemplo de serviço ecossistêmico, sendo considerado um serviço ambiental essencial que gera benefícios econômicos para a produção de uma grande variedade de culturas (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Esse serviço é fornecido natural e espontaneamente pelo ecossistema, sendo realizado principalmente por animais como parte do equilíbrio ecológico dos sistemas silvestres e agrícolas. No entanto, nas últimas décadas, tem se observado um declínio gradual, mas constante no fornecimento do serviço de polinização realizado por polinizadores silvestres (RICKETTS *et al.*, 2008; HEIN, 2009).

Os agentes polinizadores, especialmente os insetos, são essenciais para a produção agrícola (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2004; NUNES-SILVA, 2011) e responsáveis pela polinização da maioria das espécies vegetais contribuindo na segurança alimentar de humanos e outros animais (PARTAP, 2004; KLEIN *et al.*, 2007; NUNES-SILVA, 2011).

A relação entre planta e polinizador é uma das interações ecológicas mais importantes, pois sem os polinizadores, muitas plantas não poderiam produzir sementes e se reproduzir, e sem plantas para fornecer néctar, pólen e outros recursos, as populações de muitos animais diminuiria, com consequentes efeitos em cadeia para outras espécies (OLLERTON *et al.*, 2011).

Contudo, nos últimos anos a natureza está enfrentando uma diminuição acentuada nas populações e na diversidade de polinizadores, cujo impacto é claramente visível nas mais diversas áreas, como na produção agrícola, devido à falta de um número satisfatório de polinizadores nestas paisagens agrícolas (PARTAP, 2004). Estudos apontam que a falta de polinizadores pode carrear a uma redução na produção de alimentos, aumento nos custos, redução da lucratividade e em prejuízos ao produtor (NUNES-SILVA, 2011).

A solução seria aumentar as áreas cultivadas. No entanto, isso acarretaria em aumento no desmatamento de áreas de vegetação nativa e consequentemente na perda de habitats naturais (AIZEN *et al.* 2009). Além disso, a intensificação geral da agricultura, o uso de monoculturas e culturas geneticamente modificadas tem aumentado à utilização indiscriminada de pesticidas, também causando o declínio de polinizadores (PARTAP, 2004; FREITAS; PINHEIRO, 2010). Do mesmo modo também tem sido apontadas como consequentes causas para esse declínio a utilização de espécies não nativas (plantas e insetos invasores), os parasitas e doenças, as mudanças climáticas, a hiperurbanização e a redução da

disponibilidade de campos naturais dos ecossistemas próximos das áreas de cultivo como uma área de descanso, forrageamento ou de nidificação de polinizadores silvestres (HEIN, 2009).

Países como Brasil, Grã-Bretanha, Canadá, África do Sul e os Estados Unidos têm desenvolvido iniciativas para conservar e proteger os polinizadores, que estão em declínio em muitas partes do mundo (BUSCHINI, 2005). Essas iniciativas compreendem uma rede estabelecida de instituições, associações e pesquisadores envolvidos na questão dos polinizadores, bem como nos serviços ecológicos prestados por eles (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2006).

As abelhas polinizam a maioria das espécies de plantas silvestres do mundo e a prestação desse serviço é considerada economicamente valiosa para as diversas culturas agrícolas. Estima-se que 87,5% das espécies de plantas com flores conhecidas são, em algum momento, dependentes da polinização animal (insetos, aves, répteis e mamíferos), sendo que na agricultura utiliza-se menos de 0,1% dessas espécies (OLLERTON *et al.*, 2011; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). Estima-se que 75% das plantas silvestres se beneficiam da polinização animal e 73% destas são polinizadas por alguma espécie de abelha, portanto seu aparente declínio assume uma importância tanto para seres humanos quanto para a biodiversidade (BROWN; PAXTON, 2009; WINFREE, 2010; NUNES-SILVA, 2011).

Muitas espécies de plantas são geneticamente autoincompatíveis necessitando polinizadores para levar o pólen das anteras ao estigma das flores, oriundo de outras plantas, a fim de se autopolinizarem. Estudos sugerem que os indivíduos de várias espécies de plantas recebem menos pólen que o necessário para produção plena de sementes, principalmente em regiões com alta diversidade de plantas, sugerindo uma elevada dependência de plantas com flores por polinizadores (OLLERTON *et al.*, 2011). Dentre essas culturas está o cajueiro (*A. occidentale* L.), que em 2012 tinha uma área estimada em 5,31 milhões de hectares de área colhida no mundo (FAO, 2013), e cujos principais produtos são amêndoas e o líquido da casca da castanha (LCC). A produção mundial de castanha é estimada em 3,1 milhões de toneladas, destacando-se Vietnã, Índia, Brasil e Nigéria como principais países produtores (OLIVEIRA, 2008; AMORIM, 2011).

Planta nativa da América do Sul, o cajueiro (*A. occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae que agrupa diversas espécies frutíferas importantes, como a cajá (*Spondias mombim* L.), o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara), a seriguela (*Spondias purpurea* L.), a cajarana (*Spondias cytherea* Sonn) e o umbu-cajá (*Spondias citherea*), a mangueira (*Mangifera indica* L.) e o pistache (*Pistacia vera* L.), que são exploradas

economicamente em várias áreas tropicais e subtropicais do mundo (SILVA, 1984; FRANCO; SHIBAMOTO, 2000; DIAS *et al.* 2003; SACRAMENTO, 2009; SANTOS-SEREJO, 2009; OLIVEIRA, 2010). A castanha de caju é uma das amêndoas mais negociadas no mundo constituindo uma importante fonte de renda para pequenos produtores em países tropicais da América Central e do Sul, África e Ásia (FREITAS; PEREIRA 2004).

A produção mundial de castanha de caju aumentou 7,93 em 2010, para 8,05 milhões de toneladas em 2011, mas diminuiu em 2012 para 7,8 milhões de toneladas, a partir de uma área colhida de 5,3 milhões de hectares (FAO 2013). O cajueiro é encontrado em praticamente todos os Estados brasileiros, sendo predominante no litoral nordestino, devido às melhores condições que essa região oferece a essa espécie (FREITAS, 1995; AGUIAR, *et al.*, 2001; CRUZ, 2007; OLIVEIRA, 2008).

O Brasil possui uma área plantada com cajueiro estimada em 5.313.405 hectares em 2012 (CONAB, 2014), dos quais mais de 98% encontra-se na região Nordeste, sendo que, os principais produtores são os estados do Ceará com uma área plantada de 410.433 hectares, Piauí com 184.615 hectares e o Rio Grande do Norte com 125.842 hectares, os quais respondem por 93% da área cultivada no Brasil (VIEIRA, 2011).

No estado do Ceará, o principal produto explorado na cajucultura é a amêndoa da castanha de caju, que é industrialmente beneficiada. O pedúnculo ou pseudofruto representa cerca de 90% do peso do fruto, tornando-se alternativa de exploração econômica da cultura. Após o beneficiamento pode-se obter diversos produtos tais como bebidas, sucos, doces, conservas, além da forma “in natura” do fruto para o consumo de mesa (SOUZA FILHO *et al.*, 2012).

Nesse sentido a cajucultura vem se destacando dentre as frutíferas de grande importância para a região Nordeste, pois está adaptada às condições socioeconômicas da agricultura familiar gerando emprego e divisas, absorvendo grande parte da mão de obra disponível no campo, principalmente durante o segundo semestre do ano. Por ocorrer à produção na estação seca, geralmente é a única fonte de recursos monetários dos agricultores que destinam o restante da lavoura temporária (arroz, feijão, mandioca, etc.) para o consumo, vendendo somente a castanha de caju (OLIVEIRA, 2008; VIEIRA, 2011). O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel da mata nativa como fornecedora de polinizadores para o cultivo comercial de cajueiro (*A. occidentale*) e quantificar a diversidade e abundância de insetos visitantes florais existentes em pomares comerciais próximos e longe de fragmento de mata nativa em diferentes gradientes de distância.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N. *et al.* Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 557-563, 2001.
- AIZEN, M. A. *et al.* How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 9, p. 1579-1588, 2009.
- AMORIM, A. V. *et al.* Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.15, n.10, Oct. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=pt_sci_arttext&pid=S141543662011001000004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em : 25 jul.2012.
- BROWN, M. J. F. ; PAXTON, R. J. The conservation of bees: a global perspective. **Apidologie**, France, v. 40, n. 3, p. 410-416, 1 maio. 2009.
- BUSCHINI, M. L. T. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie**, France, v. 37, n. 1, p. 58-66, 13 dez. 2005.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal**. [2014]. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_20_10_39_28_castanhadecaju_abril2014.pdf>. Acesso em: 24 de Jun. de 2014.
- CRUZ. *et al.* Consumo dos principais produtos derivados do caju e potencialidade dos produtos alternativos do caju na cidade de Maceió-Alagoas. CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 65., Londrina. **Anais...**Londrina, PR: SOBER , 2007. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/874.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- DIAS, D. R. ; SCHWAN, R. F. ; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Statistical production: crops primary. In: _____. **FAO statistical data bases: cantidad de producción**. Disponível em: <:faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E > Acesso em: 03 de Janeiro de 2013.
- FRANCO, M. R. B. ; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu- caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araca-boi (*Eugenia stipitata*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, PA, v. 48, n. 4, p. 1263-1265, 2000.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) – University of Wales, Cardiff, 1995.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.

HEIN, L. The economic value of the pollination service, a review across scales. **The Open Ecology Journal**, Netherlands, v. 2, n. 1, p. 74-82, set. 2009.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. (Ed.). BEES as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Devon, UK, Holos Editora, 2006.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos%20aos%20ecossistemas_polinizadores_vera.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., *et al.* **Polinizadores no Brasil**: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 488p, 2012.

KLEIN, A. M. *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Mosman, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

NUNES-SILVA, P. **Capacidade vibratória e polinização por vibração nas abelhas do gênero *Melipona* (Apidae, Meliponini) e *bombus* (Apidae, Bombini)**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, M. O. **Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) sob cultivo, na chapada do Apodi, Ceará**. 2010. 63f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, V. H. de. Cashew crop. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, mar., 2008. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em : 24 jan. 2013.

OLLERTON, J. ; WINFREE, R. ; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, Viçosa, MG., v. 120, n.3, p.321–326, 2011. Acesso em : 24 jan. 2013.

PARTAP, U. An overview of pollinators research and development in the hindu kush-himalayan region. In: Freitas, B. M.; Pereira, J. O. P. (Ed.). **Solitary Bees**: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: UFC/ Imprensa Universitária, 2004. P. 57-66.

RICKETTS, T. H. *et al.* Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology letters**, Oxford, v. 11, n. 5, p. 499-515, maio. 2008.

SACRAMENTO, C. K. *et al.* **Fruticultura tropical**: espécies regionais e exóticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 83-105.

SANTOS-SEREJO, J. A. *et al.* **Fruticultura tropical**: espécies regionais e exóticas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 506 p.

SILVA, A. Q. *et al.* Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da região nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p. 326-339.

SOUZA FILHO, M. de S. M. de. *et al.* **Aspectos da colheita, pós-colheita e transformação industrial do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf>. Acesso em: 14 de dez. 2012.

VIEIRA, F. E. R. **Qualidade fisiológica de sementes de cajueiro, clone CCP-76, em função da forma de colheita e do tempo de armazenamento**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

WINFREE, R. The conservation and restoration of wild bees. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1195, p. 169-97, maio. 2010.

CAPÍTULO 1
Referencial Teórico

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Os Polinizadores

Os polinizadores estão entre os componentes essenciais para o funcionamento dos ecossistemas em geral (COSTANZA, *et al.*, 1997; FREITAS, 2009; IMPERATRIZ-FONSECA, 2012). Nos ecossistemas agrícolas, os polinizadores bióticos, tais como abelhas, pássaros e morcegos são essenciais para a manutenção de pomares, cultivo de oleaginosas, horticulturas e na produção de forrageiras, bem como a produção de sementes para origem de muitas culturas (VAISSIÈRE *et al.*, 2011). Nesse contexto, a polinização constitui a contribuição mais importante que qualquer animal pode dar no campo da produção agrícola, além de ser considerado um dos processos mais importantes para a conservação da biodiversidade (GIORGINI; GUSMAN, 1972; CAMACHO, 2003; CARTOLANO JÚNIOR, 2008).

Estima-se que 60 a 70% das plantas, tanto as de interesse econômico quanto as utilizadas na alimentação humana, são polinizadas por agentes bióticos e que dependem deles para produzirem frutos e sementes. Esses agentes bióticos, prestadores de serviço ambiental, são denominados agentes polinizadores, os quais transferem, durante suas visitas florais em buscas de recursos alimentares, os grãos de pólen entre as flores gerando benefícios para o ecossistema e incrementando a produção agrícola (SANTOS *et al.*, 2007). Quando esses polinizadores são os insetos nativos da região as vantagens são maiores, pois além da polinização, são mais adaptados a condições ambientais da região em que vivem. Com isso, a perda de um polinizador domesticado (ex. abelha *Apis mellifera*) poderia ser compensada pelas espécies de abelhas silvestres nativas de cada região (WINFREE *et al.*, 2007).

Alguns estudos tem apontado a redução do número de polinizadores em áreas agrícolas como fator limitante na quantidade e qualidade dos frutos além da diminuição no número de sementes produzidas (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; DEL SARTO, 2005; CAMACHO; FRANKE, 2008). Dentre eles fatores, destacam-se o aumento no uso de pesticidas, o decréscimo de recursos florais em propriedades rurais, bem como o crescimento no tamanho dos campos, monoculturas, uso intensivo do solo e da água e o uso de fertilizantes sintéticos (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

No entanto, a intensificação da agricultura, loteamentos e pastagens, são exemplos de modificações ambientais realizadas pelo homem que tem gerado diversas modificações no

ambiente natural, propiciando um declínio na proporção de habitat naturais existentes no entorno das propriedades rurais. O exemplo para esse fato é o processo de fragmentação em áreas que antes apresentavam formações naturais vegetais contínuas e que se tornaram isoladas. Essa fragmentação cria barreiras para a dispersão ou movimento de polinizadores entre os fragmentos interferindo na riqueza e abundância de espécies nativas. (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; SANTOS *et al.*, 2007).

Para ter ideia da importância dos agentes bióticos na polinização de culturas agrícolas, toma-se, por exemplo, a cajucultura que se trata de uma atividade agrícola muito dependente do serviço de polinização, e apresenta incrementos produtivos significativos quando esses agentes se encontram presentes em sua área de cultivo (FREITAS; PAXTON, 1996; 1998).

Desta maneira fica evidente que as flores do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) constituem uma importante fonte de recursos alimentares para as abelhas e estas colaboram com o aumento da produtividade através da polinização (SANTOS *et al.*, 2007).

A cajucultura brasileira concentra-se por ordem de importância no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, responsáveis por mais de 91% da produção nacional. No entanto, há poucos trabalhos no mundo, e conseqüentemente no Brasil, sobre a polinização do cajueiro e seus polinizadores (FREITAS, 2009). Nos pomares comerciais (cajueirais), a produtividade brasileira está atualmente dentre as mais baixas do mundo e muito possivelmente em razão do baixo índice de polinização (HOLANDA-NETO, 2008).

Ainda segundo Holanda-Neto (2008), muitos polinizadores potenciais do cajueiro são listados ao redor do mundo, porém no Brasil apenas da abelha *Apis mellifera* tem sido frequentemente encontrada e atribuída como principal polinizador do cajueiro em pomares comerciais, embora em áreas silvestres, a espécie de abelha solitária *Centris tarsata*, tenha sido encontrada e considerada como mais eficiente do que a abelha *A. mellifera* (FREITAS; PAXTON, 1998).

A polinização pelas abelhas depende da interação de atributos ou dispositivos mecânicos-estruturais e fisiológicos, inerentes à flor e a abelha, ou seja, para o resultado eficiente da polinização, a abelha terá que reconhecer as flores a certa distância e estar empenhada em visitar outras flores da mesma espécie por determinado intervalo de tempo (GIORGINI; GUSMAN, 1972).

Assim, quando bem conduzida, a polinização pode melhorar a quantidade e a qualidade da fecundação das flores e da produção de frutos, incentivando o seu uso em

programas ambientais e nas propostas de agricultura sustentável. No entanto, o sucesso dessas ações está diretamente ligado ao conhecimento sobre os agentes polinizadores, a sua preservação e a interação das espécies com o meio ambiente (CARTOLANO JÚNIOR, 2008).

Portanto, há uma urgente necessidade de investigações a respeito do real valor econômico da polinização nessa cultura, a identidade dos polinizadores, suas eficiências, impactos populacionais que sofrem em função dos sistemas de cultivo empregados e a paisagem agrícola, além de técnicas de atração, manutenção e manejo de polinizadores nativos, bem como seu potencial de domesticação, desenvolvimento de técnicas de criatório racional, introdução e manejo desses polinizadores em cultivos de cajueiro (FREITAS, 2009).

1.2. Polinização

A polinização é a transferência de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma ou de outra flor da mesma espécie, podendo ser realizada por agentes abióticos (vento e água) ou agentes bióticos (aves, morcegos, vespas, besouros, abelhas e outros animais), além da autopolinização. É considerado um processo ecossistêmico básico e essencial para a reprodução da maioria das plantas, envolvendo a manutenção da diversidade das plantas e também a produção de alimentos (FREITAS, 1995; YAMAMOTO *et al.*, 2012).

A polinização pode ocorrer dentro da mesma flor (autopolinização), entre flores diferentes da mesma planta (geitonogamia) e entre diferentes flores de plantas diferentes (polinização cruzada). Nas duas primeiras não ocorre mistura de material genético, no entanto, na polinização cruzada há transferência de pólen para o estigma de plantas que têm diferentes constituições genéticas, gerando descendentes com maior diversidade gênica (FREITAS, 1995).

Desse modo, a polinização contribui para a manutenção tanto das plantas nativas como das cultivadas, gerando benefícios até mesmo àquelas culturas em que os polinizadores não são imprescindíveis para a produção provocando um incremento na produtividade. Como exemplo podemos citar a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), que apesar de ser uma planta autógama pode obter um maior índice de produtividade quando intermediada por agentes bióticos aumentando a quantidade e a qualidade dos frutos, contribuindo assim para maximização da produção (MILFONT *et al.*, 2013).

Das 250.000 espécies de angiospermas, aproximadamente 90% são polinizadas por animais, principalmente insetos, dos quais as abelhas se destacam como principais

polinizadores. Esses insetos visitam as flores em busca de recursos tais como: alimento (néctar, pólen e óleos), essências, materiais de nidificação, abrigo ou um local para descanso. Dentro deste contexto, sabe-se que as abelhas são visitantes obrigatórias de flores, dependendo quase que exclusivamente delas para obterem recursos alimentares, incluindo especialmente néctar, pólen e óleo (FREITAS 1995; YAMAMOTO *et al.*, 2012; VAISSIÈRE, *et al.* 2011).

Os serviços ecossistêmicos são fluxo de materiais, energia e informação do estoque de capital natural que colaboram, direta e indiretamente para o bem-estar humano, como ocorre com os serviços de polinização (COSTANZA, 1997).

A polinização feita por animais nativos é considerada um serviço chave gerado pelo ecossistema e a ausência destes poderia afetar negativamente a reprodução sexuada e a diversidade genética das plantas, além de comprometer a produção de alimentos e produtos relacionados (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2004; YAMAMOTO *et al.*, 2012).

Embora os serviços de polinização sejam bastante utilizados em muitos países do mundo, no Brasil ainda são pouco valorizados. No entanto têm sido relatados casos de manejo de polinizadores como a utilização de abelhas para algumas culturas como a maçã (*Malus domestica* Borkh) e o melão (*Cucumis melo* L.), além de alguns estudos experimentais em cultivos como a mamona (*Ricinus communis* L.), o algodão (*Gossypium hirsutum* L) e o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) (COSTA *et al.*, 2000; SANCHEZ-JUNIOR; MALERBO-SOUZA, 2004; SILVA, 2007; YAMAMOTO *et al.*, 2012).

]Nas últimas décadas tem se discutido sobre a perda dos polinizadores e de seus serviços de polinização, baseando-se em evidências recentes do declínio em diferentes escalas e o registro de perdas de polinizadores manejados, principalmente *Apis mellifera* (BIESMEIJER , 2006; AIZEN; HARDER, 2009; GALLAI, *et al.* 2009). Quando as abelhas nativas não visitam os campos agrícolas as abelhas melíferas são uma alternativa para assegurar a polinização da cultura, por ser versátil, possuir menor custo e convenientes para alguns cultivos, principalmente para aqueles em que não há polinizadores efetivos (YAMAMOTO *et al.*, 2012).

1.3. O Cajueiro

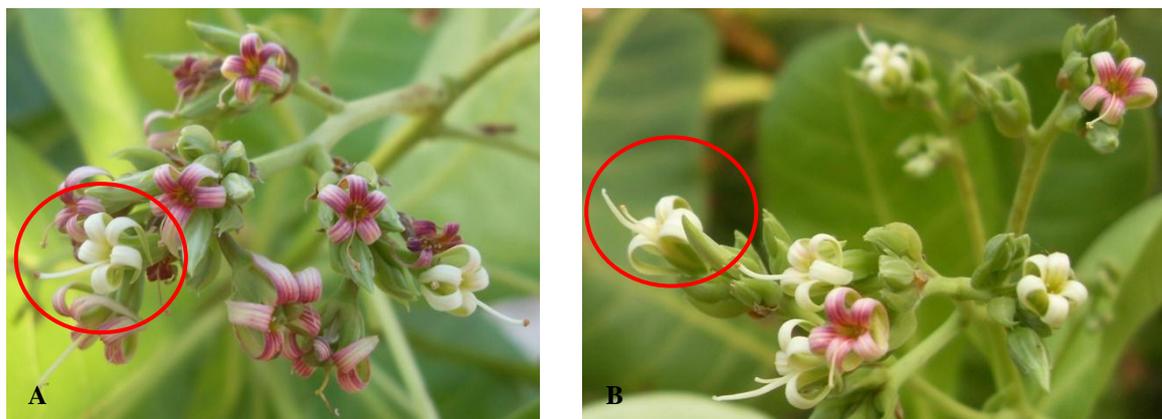
O cajueiro (*A. occidentale*) é uma planta perene da família da Anacardiaceae encontrada praticamente em todos os estados brasileiros. A família compreende de 60 a 74 gêneros, com 400 a 600 espécies de árvores e arbustos (MITCHELL; MORI, 1987; BARROS *et al.*, 1999) distribuídos em quase todos os países do mundo tropical (CRISÓSTOMO *et al.*, 1992).

Dois tipos bem definidos de plantas em relação ao porte ocorrem naturalmente no Brasil, o cajueiro do tipo comum (ou cajueiro gigante) e o cajueiro do tipo anão precoce. O cajueiro comum é mais difundido, tanto naturalmente como por cultivo, sendo caracterizado pelo porte mais alto com altura variando de 8 a 15 m e envergadura de copa chegando a atingir até 20 m. A variedade precoce diferencia-se pelo porte baixo com altura de planta variando em torno de 3 a 4 m e envergadura de copa média em torno de 7 a 9 m (CRISÓSTOMO *et al.*, 1992; BARROS *et al.*, 1993; FREITAS, 1995; BARROS *et al.*, 1999; CRISÓSTOMO *et al.*, 2007; SANTOS, 2011).

O cajueiro é uma árvore que apresenta panícula terminal com dois tipos de flores: estaminadas (masculina) e perfeitas (hermafrodita), com essencialmente a mesma estrutura composta de ovário, pistilo e estigma, sendo que na flor masculina o gineceu não é funcional (ASCENSO; MOTA, 1972; PAULINO, 1992; FREITAS, 1995). Segundo Freitas (1995), a variação de flores masculinas produzidas pelo cajueiro é geralmente maior do que as flores hermafroditas, numa proporção que chega a variar entre 0,5% e 25%.

As flores estaminadas (FIGURA 1a) possuem um ovário rudimentar com 6 a 10 estaminóides e apenas um estame grande e funcional. As flores perfeitas (FIGURA 1b) possuem apenas um ovário funcional contendo um único óvulo e ainda um longo estilete elevando o estigma a mesma posição em que se encontra o estame das flores estaminadas, além da presença de estaminóides na sua estrutura (NAIR, 1980; PAULINO, 1992; FREITAS, 1995). No primeiro dia de abertura, as flores do cajueiro são pequenas e de cor branca apresentando um anel com cinco sépalas e cinco pétalas. No segundo dia após a abertura, as flores do cajueiro começam a mudar de cor ficando rosa e tornando-se vermelha escura depois de três dias (FREITAS, 1995; HOLANDA-NETO, 2008).

FIGURA – 1. Panículas do cajueiro com flores masculinas (a) e flores hermafroditas (b) em diferentes estádios indicados pela de cor das flores.



Fonte: Autor

A antese varia com a região geográfica, sendo que para os dois tipos de flores, a antese ocorre no período da manhã, com as flores masculinas abrindo geralmente por volta das 7h, enquanto que nas flores hermafroditas a abertura ocorre a partir das 10h (FREITAS, 1995; 2006). As flores do cajueiro podem ser polinizadas por insetos principalmente abelhas, destacando-se a *Apis mellifera*, no entanto, a espécie tem como principal polinizador a abelha solitária *Centris tarsata*, que não é frequentemente encontrada em pomares comerciais de cajueiro (FREITAS; PAXTON, 1996; 1998).

1.4. A cajucultura e a produção de castanhas

A produção mundial de castanhas de caju está concentrada, em sua totalidade, nos países em desenvolvimento intertropicais, nas regiões de temperaturas elevadas e com estação seca bem definida. Esta rusticidade permite que a cultura se desenvolva em locais onde outras espécies cultivadas têm dificuldades de prosperar, além disso, a relativa facilidade do cultivo e a colheita em períodos de entressafra de outras culturas locais facilitam a contratação de mão de obra pouco qualificada e abundante nas zonas rurais (USAID, 2006; LIMA, 2009; OLIVEIRA, 2008; FREI; PEIXINHO, 2012).

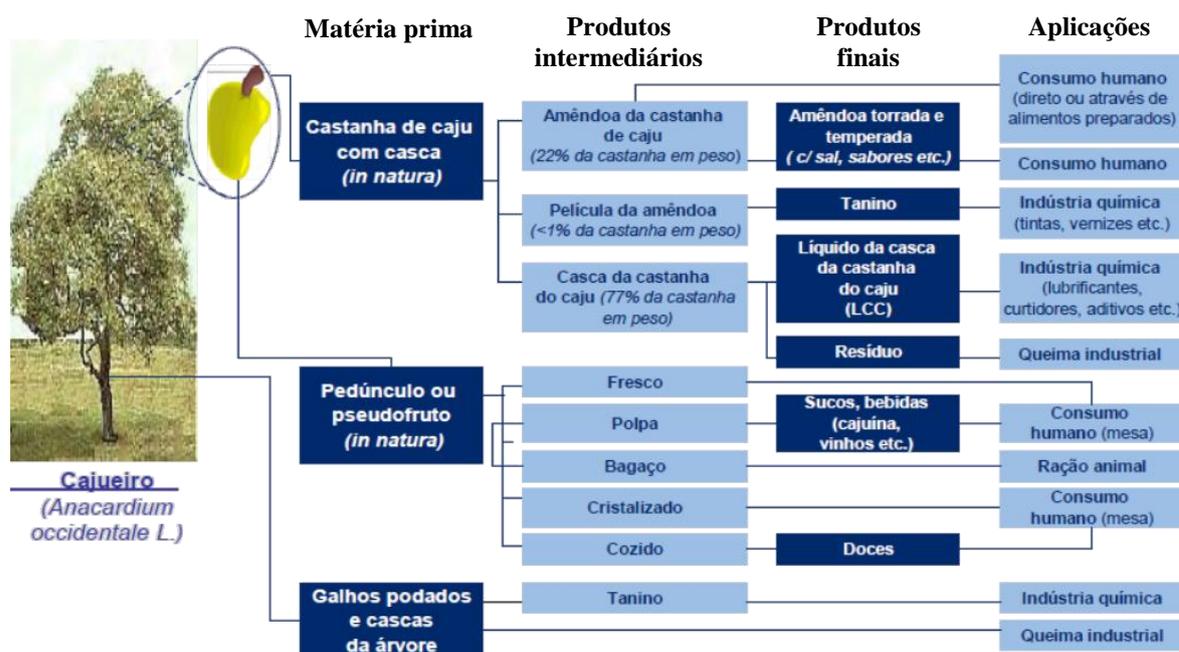
No contexto de produção da castanha, os principais países produtores são o Vietnã (650,000 t), Nigéria (613.000 t), Índia (380.000 t), Indonésia (380.000 t), Costa do Marfim (145,082 t) e Brasil (243.770 t) (USAID, 2006; OLIVEIRA, 2008; FAO, 2010). Já o processamento para extração da amêndoa da castanha de caju concentra-se em três países:

Vietnã, Índia e Brasil, responsáveis por, aproximadamente, 98% da produção da amêndoa de castanha de caju (ACC) (LIMA; BORGES, 2004; ANDRADE NETO, 2006; MOURA, 2007; USAID, 2006; DE LIMA, 2009; OLIVEIRA; ROCHA, 2009; SOARES *et al.*, 2010).

No Brasil, a cajucultura concentra-se na região Nordeste onde os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte destacam-se como os maiores produtores. O cultivo do caju explora o comércio da castanha, pedúnculo ou pseudofruto, e o óleo da casca da castanha (LCC), sendo de fundamental importância para a economia do Nordeste brasileiro com destaque para o estado do Ceará, onde a castanha é o primeiro produto da pauta de exportações (HOLANDA-NETO, 2008; PINHO, 2009). A produção nacional de castanha, basicamente no que se refere ao comércio, obedece a dois fluxos: o consumo interno (70% a 75%) e a exportação (de 25% a 30%) (CONAB, 2012).

Na indústria, o pseudofruto é utilizado principalmente para a produção de sucos e doces restrita ao consumo local, e o resíduo geralmente reaproveitado por pequenos produtores para alimentação animal. No entanto, falta incentivo para o a utilização deste subproduto no enriquecimento da ração animal ou para outros fins (PINHO, 2009). Além desses, o cajueiro ainda possui uma diversidade de produtos que podem ser explorados comercialmente (FIGURA 2) (USAID, 2006; ALBUQUERQUE *et al.*, 2010; SOARES *et al.*, 2010).

Figura 2 – Produtos obtidos do cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil.



Fonte: USAID/Brasil (2006).

Os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí concentram 99% da quantidade produzida de castanha de caju e ocupam uma área de 700 mil hectares, sendo responsável por cerca de 300 mil empregos diretos e indiretos (CRISÓSTOMO *et al.*, 1992; LIMA; BORGES, 2004; BENDINI *et al.*, 2008; OLIVEIRA; ROCHA, 2009; FIGUEIREDO *et al.*, 2010). Essa atividade representa uma das poucas culturas ligadas intrinsecamente ao mercado (*cash crops*) que gera um fluxo monetário disponível para os produtores atualmente no Nordeste (PAIVA, 2006).

A agroindústria do caju possui papel fundamental na economia rural nordestina por ser uma cultura adaptada às condições socioeconômicas regionais e que apresenta, na agricultura de subsistência, a alternativa de geração de uma renda complementar para o agricultor e sua família na fase em que não há recursos financeiros. No Nordeste, a produção ocorre no período de entressafra dos demais plantios, conferindo a cajucultura uma relevância estratégica na redução da sazonalidade na renda e na ocupação da mão de obra no campo, além de compor a atividade econômica dos municípios que dependem da comercialização da castanha de caju (AMYOT, 2009; OLIVEIRA; ROCHA, 2009; FRUTICULTURA, 2010).

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v. 19, p. 1-4, 2009.
- ALBUQUERQUE, D. L. P. *et al.* Competitividade externa da amêndoa de castanha de caju brasileira no período de 1990 a 2007. In: CARVALHO, E. B. S. *et al.* (Org.). **Economia do Ceará em debate 2010**. Fortaleza: IPECE, 2011. v. 1. p. 85-108.
- AMYOT, D. **Análise pelo supply chain management da cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte**. [S. l.: s.n.], 2009. 103 f.
- ANDRADE NETO, J. C. **Competitividade na pequena produção agroindustrial**: estudo na agroindústria da castanha do caju. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, 2006.
- ASCENSO, J. C.; MOTA, M. I. Studies on the flower morphology of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Agronomia Moçambicana**, Lourenço Marques, v. 6, n. 2, p. 107-118, 1972.
- BARROS, L. M. *et al.* **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce**. Cidade: Editora, 1993.
- BARROS, L. M. *et al.* Hibridação em caju. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 191-220.
- BENDINI, J. D. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 565-567, abr. 2008.
- BIESMEIJER, J. C. *et al.* Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.
- CAMACHO, J. C. B. **Estudos sobre o efeito da polinização por *Apis mellifera* L. e insetos nativos na produção de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.** 2003. 144f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2003.
- CAMACHO, J. C. B.; FRANKE, B. L. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 81-90, 2008.
- CARTOLANO JÚNIOR, E. A. *et al.*, Proposta de extensão do esquema darwin core para suportar dados de polinização por abelhas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: [s. n.], 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal**. [2012]. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_16_16_55_39_castanhadecaju_abril2013.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

COSTA, N. D. *et al.* **Cultivo do melão**. Petrolina: EMBRAPA, 2000. 67p.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world 's ecosystem services and natural capital. **Nature**, London, v. 387, p. 253-260, 1997.

CRISÓSTOMO, J. R. *et al.* **Melhoramento genético do cajueiro**. Brasília: EMBRAPA, 1992.

CRISOSTOMO, L. A. *et al.* Cashew-dwarf variety. In: CRISOSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Org.). **Fertilizing for high yield and quality Tropical fruits from Brazil**. Horgen: International Potash Institute, 2007.

DEL SARTO, M. C. L. **Avaliação de melipona quadrifasciata lepeletier (Hymenoptera: Apidae) como polinizador da cultura do tomateiro em cultivo protegido**. 2005. 61 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Statistical production: crops primary. In: _____. **FAO statistical data bases: cantidad de producción**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em: 03 jan. 2010.

FIGUEIREDO, A. M. *et al.* Análise da transmissão de preços no mercado brasileiro de castanha de caju. **Documentos técnico-científicos**. Brasília, v. 41, p. 715-730, 2010.

FREI, V. V. M.; PEIXINHO, D. M. A produção de caju em moçambique e a dinâmica socioespacial. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21. 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2012.

FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) – University of Wales, Cardiff, 1995.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. . A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and a indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of Ne Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 109-121, 1998.

FREITAS, B. M.. Uso e eficiência de polinização das abelhas solitárias. **Santa Marta, Colômbia, 29 e 30 de Novembro de 2006**, p. 12, **Anais...** Santa Maria, 2006.

FREITAS, B. M. **Rede de pesquisa dos polinizadores da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil**. Fortaleza, 2009. Projeto de pesquisa.

FRUTICULTURA: caju. In: BRASIL. FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento regional sustentável**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319-326, 1996. Acesso em : 02 fev. 2012.

GALLAI, Nicola *et al.* Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GIORGINI, J. F.; GUSMAN, A. B. A importância das abelhas na polinização. In: CAMARGO, J. M. F. (Org.). **Manual de apicultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1972. p. 155-214.

HOLANDA-NETO, J. P. **The pollination of cashew (*Anacardium occidentale*) in Northeast Brazil**. 2008. 196 f. Tese (Doutorado) – Queen's University Belfast, Belfast, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos%20aos%20ecossistemas_polinizadores_vera.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., *et al.* **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: USP, 2012.

LIMA, E. D. **Estudo do despeliculamento da amêndoa da castanha de caju com aplicação de baixas temperaturas e ultra-som**. Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://www.ppgcta.ufc.br/edivanialima.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

LIMA, J. R.; BORGES, M. F. Armazenamento de amêndoas de castanha de caju: influência da embalagem e da salga. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, p. 104-109, 2004.

MILFONT, M. O. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, p. 335-341, 2013.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. **The cashew and its relatives (*Anacardium: Anacardiaceae*)**. New York: New York Botanical Garden, 1987.

NAIR, G. S. Floral biology and hybridization technique in cashew. **Indian Cashew Journal**, v. 13, n. 3, p. 15-17, 1980.

OLIVEIRA, S. C. S.; ROCHA, A. G. P. Diagnóstico da cadeia produtiva do caju na Bahia: potencial do território de identidade semiárido nordeste II. **Revista Desenharia**, Salvador, n. 10, p. 97-122, mar. 2009.

OLIVEIRA, V. H. Cashew crop. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 jan. 2013.

PAIVA, F. F. **Perfil das minifábricas de castanha de caju no Nordeste do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_1969.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2008.

PAULINO, F. D. G. **Polinização em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus – CE**. 1992. 70 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

PINHO, L. X. **Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) para alimentação humana**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SANCHEZ-JUNIOR, J. L. B.; MALERBO-SOUZA, D. T. Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.

SANTOS, F. O. **Atividades biológicas de *Anacardium occidentale* (Linn)**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.

SANTOS, S. K. D. *et al.* Visitantes florais do caju anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em uma área de caatinga no município de Jequié-BA. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caixambu, MG. **Anais...** Caixambu, MG: SEB, 2007.

SOARES, N. S.; SOUSA, E. P.; SILVA, M. L. Avaliação da previsibilidade dos preços da castanha de caju no ceará utilizando os modelos arima e de redes neurais. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, 6., 2010, Fortaleza. **Anais...** 2010. Disponível em:

<http://www.ipece.ce.gov.br/economiaodocearaemdebate/viencontro/trabalhos/Avaliacao_da_previsibilidade_dos_precos.pdf>. Acesso em 25 nov. 2010.

USAID BRASIL. **Análise da indústria de castanha de caju: inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional**. São Paulo: DAI, 2006. v. 1.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. Roma: FAO, 2011.

WINFREE, R. *et al.* Native bees provide e against ongoing honey bee losses. **Ecology Letters**, Oxford, v. 10, p. 1105-1113, 2007.

YAMAMOTO, M. *et al.* The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie** (Celle), v. 43, p. 515-526, 2012.

CAPÍTULO II

A influência da distância do fragmento de vegetação nativa em pomares comerciais de cajueiros na abundância e na diversidade de polinizadores

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo conhecer a abundância, diversidade e frequência das abelhas visitantes florais em áreas de cultivo de cajueiro comercial próximo e longe de mata nativa. A pesquisa foi realizada de agosto a novembro de 2012, em pomares comerciais no município de Horizonte, Ceará. A metodologia constou na marcação de cinco diferentes gradientes de distância (40m, 80m, 120m, 160m e 200m) da mata nativa em 10 áreas de cultivo de cajueiro anão precoce para a contagem e registro dos visitantes florais observados em 500 panículas durante o percurso de transectos realizado em seis horários distintos (7h, 9h, 11h, 13h, 15h e 17h) a cada 15 dias. Além disso, eram realizadas coletas com rede entomológica em seis árvores selecionadas, cinco minutos em cada árvore, em área de 25m x 50m. Foram coletadas 368 visitantes florais entre abelhas sociais (331), abelhas solitárias (21) e outras espécies (16) visitantes florais nas panículas do cajueiro. A relação entre a abundância de insetos e horário da coleta revela que para todas as abelhas coletadas, os horários de 7h e 9h foram os que apresentaram a maior abundância de insetos visitando as flores do cajueiro, principalmente de meliponíneos. A frequência de visitantes florais do cajueiro em 500 panículas nos meses de floração, tanto em áreas com mata nativa quanto sem mata nativa, não variou em função do período de florada ($p>0,05$), da mesma forma que não houve diferença significativa ($p>0,05$) no número médio de abelhas quando comparado as diferentes distâncias durante as contagens nas áreas com mata nativa e sem mata nativa. As abelhas sociais foram as mais abundantes e destas, 176 foram *Apis mellifera* e 159 meliponíneos. Já as abelhas solitárias foram pouco representadas por coleta, tendo *Centris* spp. e *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* sido vistas somente em algumas áreas de estudo, não apresentando efeito significativo ($p>0,05$) quanto ao local (com ou sem mata nativa), área, horário e dia de coleta. Conclui-se com esse estudo que a presença do fragmento de mata nativa próxima à borda de cultura, não influenciou na abundância de visitantes florais nas distâncias selecionadas, contudo a existência de remanescentes de mata nativa próximo aos cajueirais, possibilitou a permanência das abelhas sociais nas áreas de cultivo durante todo o período de florada, principalmente nos horários em que as flores do cajueiro estão mais receptivas à polinização.

Palavras-chave: Abelhas sociais. Abelhas solitárias. Meliponíneos. Polinização. Visitantes florais.

ABSTRACT

This study aimed to understand the abundance, diversity and frequency of bees visiting flowers in cashew tree growing areas near and far from commercial native forest. The research was conducted during the blooming season in 2012, from August to November in commercial orchards in the city of Horizonte, Ceará. The methodology consisted in marking five different gradients of distance (40m, 80m, 120m, 160m and 200m) in all 10 areas to perform and record count of floral visitors in 500 panicles during transect conducted at six different times (7h, 9h, 11h, 13h, 15h and 17h), and captured with an insect net in six selected trees, five minutes at each cashew tree in an area of 25m x 50m. We collected 368 flower visitors among social bees (331), solitary bees (21) and other species (16) floral visitors in panicles of cashew. The relationship between insect abundance and time of collection reveals that for all bees collected, the hours of 7h and 9h of the morning were those with the greatest abundance of insects visiting the flowers of cashew mainly of stingless bees. The frequency of flower visitors in 500 cashew flowering panicles in the months, both in areas with native vegetation as no native forest, did not vary according to the period of flowering ($p>0.05$), just as there was no significant difference ($p>0.05$) in the mean number of bees compared the different distances during the counts in areas with native forest fragment and native forest without. Social bees were the most abundant group and among them 176 were *Apis mellifera* and 159 stingless bees. Solitary bees were poorly represented and *Centris* spp. and *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* were seen only in a few areas showing no significant effect ($p>0.05$) on the site (with or without native forest), area, time and day of collection. We conclude from this study that the presence of native forest fragment near the edge of culture, did not influence the abundance of floral visitors on selected distances, however the existence of remnant native forest near the cashew trees, allowed to remain in social bees growing areas during the flowering period, mainly at times when the flowers of cashew are more receptive to pollination.

Keywords: Social bees. Solitary bees. Stingless bees. Pollination. Floral visitors.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem de um sistema integrado é composta por um conjunto indissociável de elementos bióticos, abióticos e antrópicos que atuam simultaneamente uns sobre os outros, e tem seu funcionamento dependente das interações entre as unidades que a compõe. Quando uma ação do homem modifica os elementos (bióticos e abióticos), acrescentando à natureza elementos próprios, como ocorre com áreas agrícolas, a paisagem é denominada como antropizada. Desse modo, o processo de fragmentação de habitats é possivelmente a mais profunda alteração causada pelo homem ao meio ambiente (SAMWAYS, 2005; PAGLIA *et al.*, 2006; DOS REIS; DA CONCEIÇÃO, 2010; MOURA; SIMÕES, 2011). Essas alterações na estrutura da paisagem são consideradas as principais causas de limitação dos serviços de polinização, pois reduzem o habitat natural de insetos causando a diminuição da ocorrência de possíveis visitantes para as áreas de cultivo, que podem ser diretamente afetados com a queda da produtividade e conseqüentemente a perda de safras (TRINDADE NETO, 2003; FLORES, *et al.*, 2012; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

A diversidade biológica deve ser tratada como um recurso global a ser utilizada, mas antes de tudo preservada (WILSON, 1988; TRINDADE NETO, 2003; SOUZA, 2008). A perda de espécies polinizadoras, decorrente das alterações nos habitats naturais, tem diminuído a produtividade agrícola em diversas culturas (KEARNS *et al.*, 1998; TSCHARNTKE *et al.*, 2005; RICKETTS *et al.*, 2008). Além disso, a redução do tamanho de remanescentes naturais tem causado efeitos negativos sobre diversas espécies, pois esses ambientes são fontes de polinizadores para áreas agrícolas. Os insetos e suas atividades tem grande importância na conservação e manutenção de serviços fundamentais de ecossistemas através da polinização, manutenção dos solos, controle de pragas, e nas cadeias alimentares de invertebrados terrestres. Nesse sentido, o valor da utilidade e conservação da diversidade de insetos faz parte de um conceito mais amplo de uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, a dependência de polinizadores diz respeito tanto às plantas cultivadas, como às plantas nativas ou silvestres. Por esse motivo, a conservação e a diversidade de insetos não devem ser vistas isoladamente, pois está intimamente vinculada à conservação de espécies vegetais, e têm nas abelhas, principalmente as da fauna nativa, importantes constituintes da diversidade animal, sendo indispensáveis nas relações de polinização de muitas espécies vegetais (SAMWAYS, 2005; KRUG, 2007).

Estima-se que no mundo mais de 20.000 espécies de abelhas (MICHENER, 2000). Embora a abelha mais conhecida entre os brasileiros seja a espécie exótica *Apis mellifera*, a fauna brasileira é rica, podendo ultrapassar 3.000 espécies (SILVEIRA *et al.*, 2002). As abelhas nativas são consideradas como principais responsáveis pela polinização da grande maioria das espécies vegetais do nosso país, com aproximadamente entre 40 a 90% das árvores podem dependes das abelhas para a sua polinização (FREITAS, 2003; 2006; PEREIRA *et al.*, 2007; KRUG, 2007).

O desmatamento de áreas de vegetação nativa para expansão de áreas agrícolas, o uso abusivo de pesticidas em áreas de monoculturas, as práticas inadequadas em áreas agrícolas e a fragmentação de habitats, são fatores que vem causando o declínio de vários grupos de polinizadores animais nas áreas agrícolas, inclusive as abelhas (KRUG, 2007; YAMAMOTO *et al.*, 2010; FREITAS; PINHEIRO, 2012). A busca de práticas que favoreçam a alta produtividade, mas que leve em consideração a preservação ambiental tem sido um dos grandes desafios da pesquisa agropecuária (CAMARGO, 2001).

Segundo Klein (2007), estima-se que 87 das 115 principais culturas globais se beneficiam significativamente da polinização animal, principalmente insetos, embora os volumes globais de produção forneçam uma perspectiva contrastante, já que 60% da produção mundial provêm de culturas que não dependem de polinização animal, 35% a partir de culturas que dependem de polinizadores, e 5% estão sem avaliação. Dentre estas culturas destaca-se o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), por sua importância econômica para o Nordeste do Brasil. Suas flores são visitadas por muitas espécies de insetos como formigas, moscas, vespas, mas são as abelhas que se destacam como potenciais visitantes florais polinizadores (FREITAS, 1995; HOLANDA-NETO, 2008).

Nos plantios comerciais de cajueiro na região Nordeste, a abelha *Apis mellifera* (L.) tem se destacado como o principal polinizador. Entretanto, a abelha solitária *Centris tarsata* (Smith) é mais eficiente na coleta e deposição de pólen sobre os estigmas em uma única visita à flor de cajueiro que a *A. mellifera*, além de não apresentar a defensividade característica da *A. mellifera* (FREITAS, 1995; FREITAS; PAXTON 1998). A presença da espécie solitária em áreas cultivadas de cajueiros poderia melhorar os índices de polinização da cultura sem que ocorressem alterações no manejo da cultura, como ocorre com a utilização do serviço de polinização por *A. mellifera* (FREITAS, 2006).

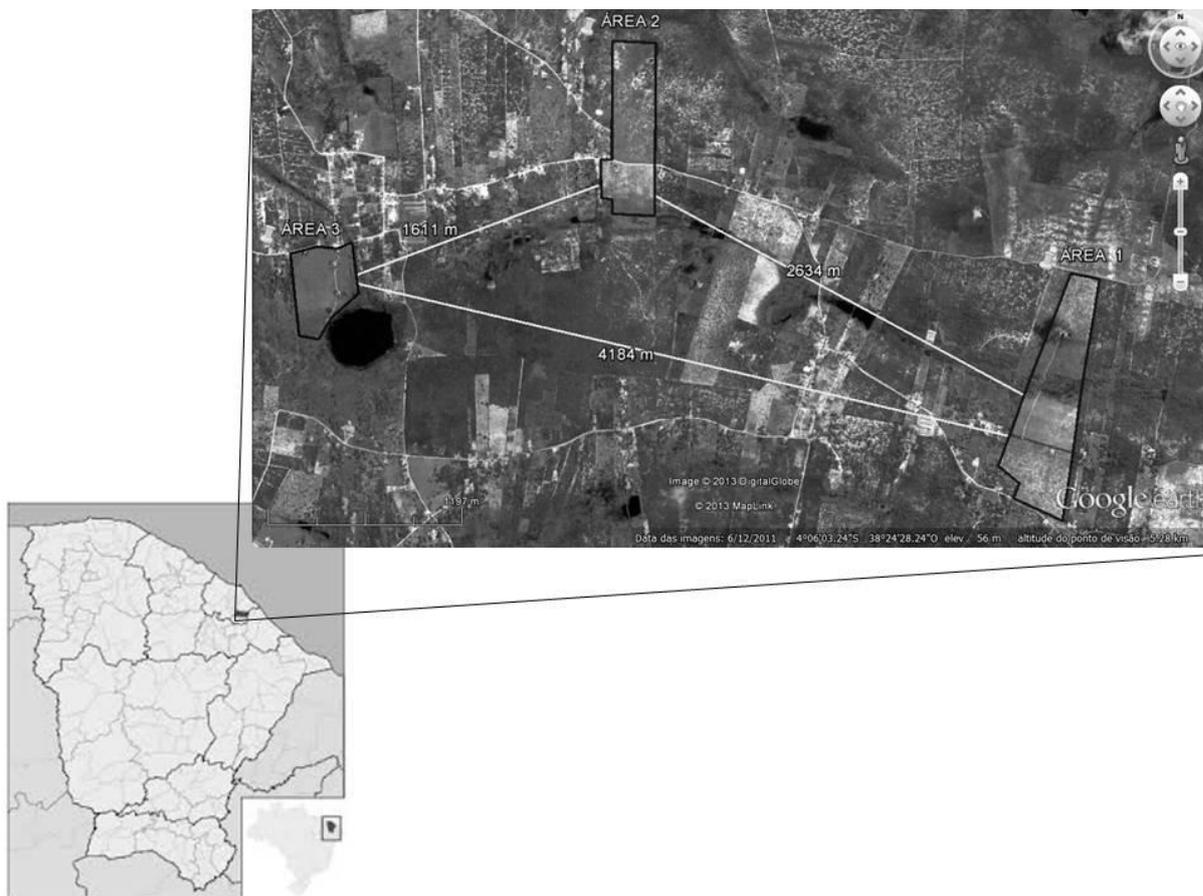
Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar se a distância de fragmentos de vegetação nativa influencia a abundância e diversidade de abelhas nativas que visitam as flores de cajueiros em cultivos comerciais.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Localização e descrição das áreas de estudo

O trabalho foi conduzido durante o período de floração do cajueiro (agosto a novembro de 2012) em três propriedades rurais com cultivo de cajueiro anão precoce (*A. occidentale* L.), clone CCP 76 com 10 anos de idade, situados em Horizonte (4° 05' 09"S; 38° 39' 05"W e altitude de 68 m), na microrregião de Pacajus, nordeste do Ceará (FIGURA 3).

FIGURA 3 – Mapa de localização do município de Horizonte no Estado do Ceará (a). Imagem aérea mostrando as três propriedades selecionadas para a realização do estudo e as respectivas distâncias entre si: propriedade I (ÁREA 1), propriedade II (ÁREA 2) e propriedade III (ÁREA 3).



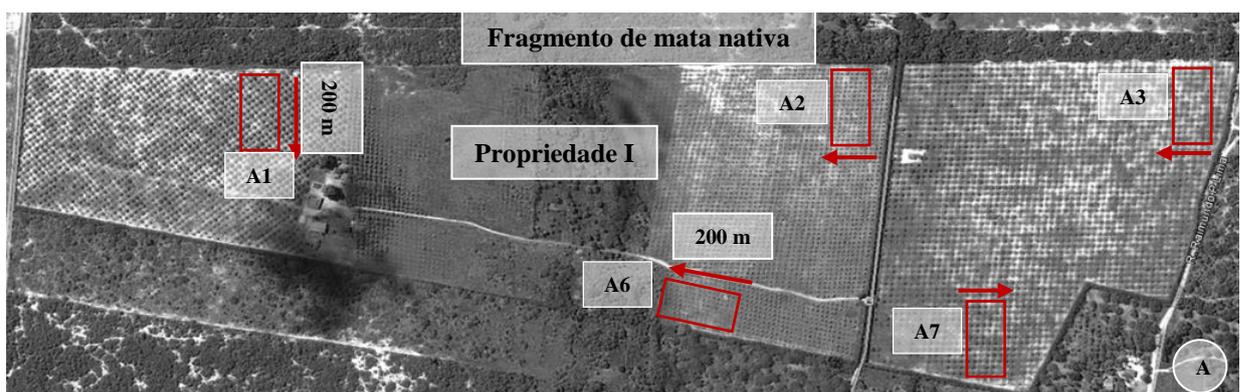
Fonte: Google Earth, 2011.

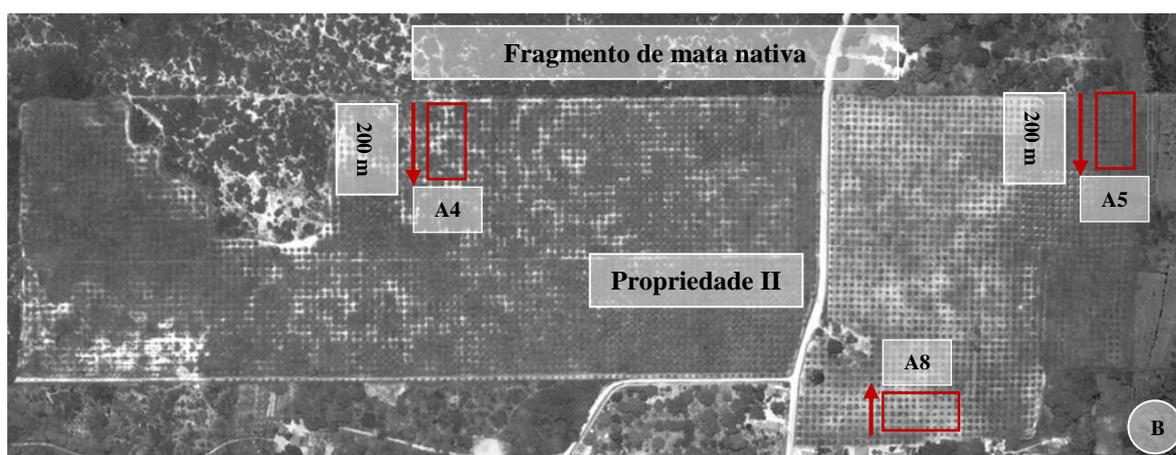
O município de Horizonte está situado na porção nordeste do estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Pindoretama, Pacatuba, Guaiúba, Cascavel, Itaitinga e Pacajus, compreendendo área irregular de 197 km², distando cerca de 38 km de Fortaleza, Ceará. O clima é do tipo tropical quente sub-úmido, tropical quente semiárido e brando, a temperatura média varia de 26°C a 28°C e o período chuvoso abrange os meses de janeiro a maio, com pluviosidade de 780,7 mm. O relevo é do tipo tabuleiros pré-litorâneos e depressões sertanejas, apresentando solos classificados como Areias Quartzosas Distróficas, Bruno não Cálculo. A vegetação predominante é do tipo Cerrado e Complexo vegetacional da Zona Litorânea e tem como principal recurso hídrico o açude Pacoti (IPECE, 2012; GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2012).

As propriedades tinham de 30 a 40 hectares o que permitiu a escolha de áreas dentro do mesmo pomar de modo a se obter dez áreas totais, sendo cinco com borda da cultura próxima a fragmento de mata nativa (CM), numeradas de 1 a 5, e as outras cinco sem borda de fragmento de mata nativa (SM), numeradas de 6 a 10 (FIGURA 4). O espaçamento entre as árvores era de 7m x 7m. A produção dos pomares é destinada à indústria de polpa de frutas (pseudofruto), venda da fruta *in natura* (caju de mesa) e venda das castanhas para indústrias de beneficiamento.

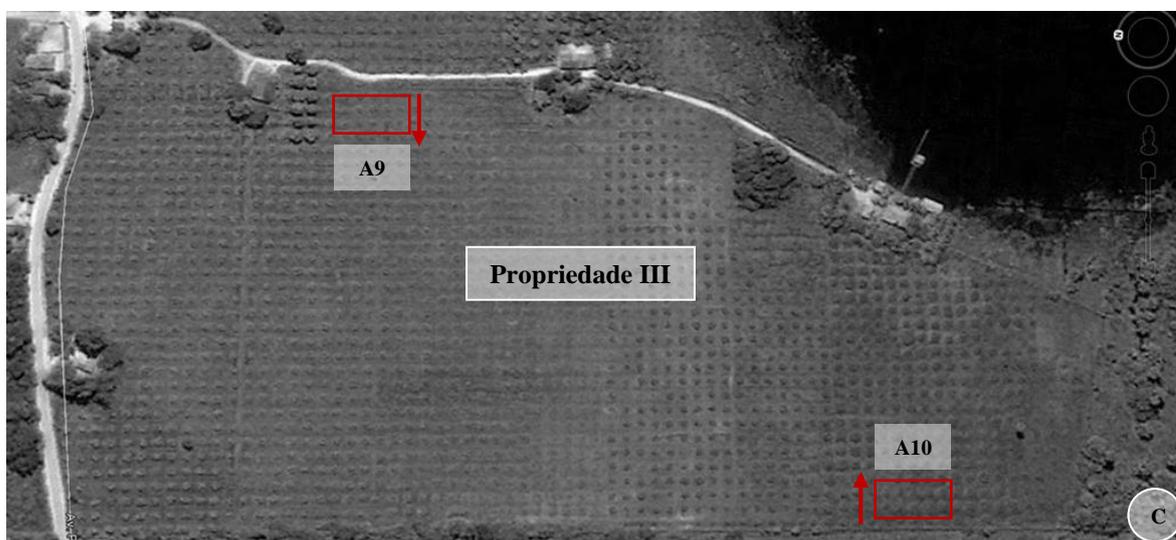
A propriedade I, continha 40 hectares, (4°6'15.36" S e 38°23'23.19" W) (FIGURA 4a) e foi subdividida em cinco áreas, três próximas a fragmento de mata nativa (A1, A2 e A3) e duas sem fragmento de mata nativa (A6 e A7). A propriedade II, consta de 30 hectares (4°5'40.00" S e 38°24'52.50" W) (FIGURA 4b) subdivididos em três áreas, sendo duas com fragmento de mata (A4 e A5) e uma sem fragmento de mata (A8). Já a propriedade III, são 30 hectares (4° 6'12.49"S e 38°25'5") tendo sido subdividida em duas áreas sem fragmento de mata nativa (A9 e A10) (FIGURA 4c).

Figura 4 – Imagens aéreas mostrando a posição das dez áreas experimentais, com e sem borda de mata nativa, distribuídas na propriedade I (a), propriedade II (b) e propriedade III (c).





Fonte: Google Earth 2012.



Fonte: Google Earth 2012.

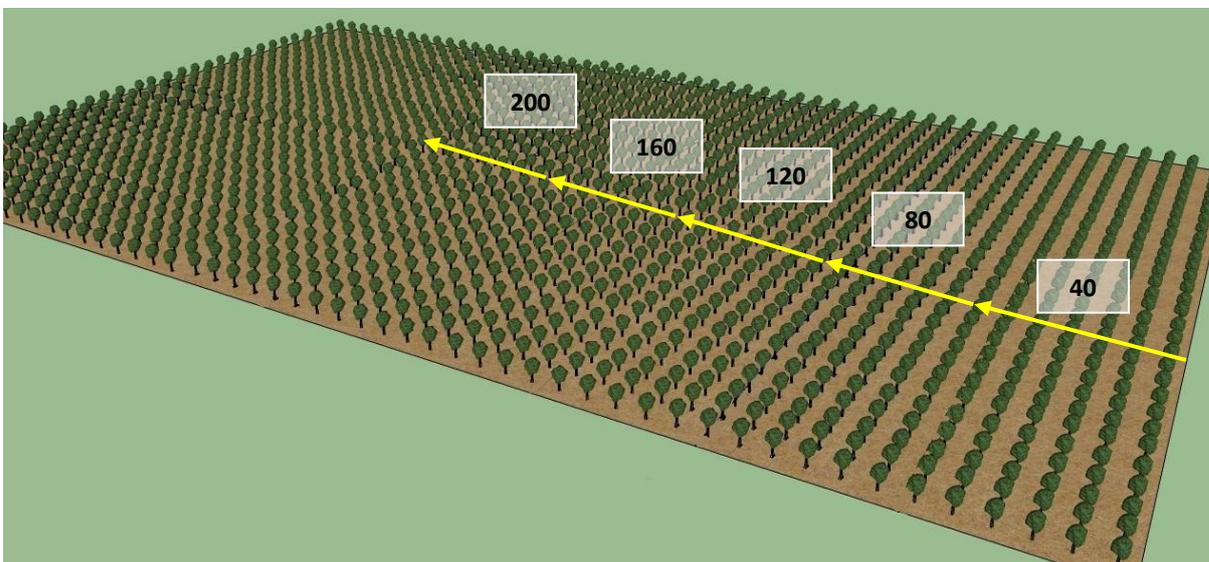
As áreas próximas à mata nativa distanciavam-se uma da outra conforme a seguir: A1 para A2 (820 m), A2 para A3 (438 m), A3 para A4 (3.181m) e A4 para A5 (621 m). Já as áreas longe da mata nativa distanciavam-se uma da outra conforme a seguir: A6 para A7 (471 m), A7 para A8 (3.136 m), A8 para A9 (1.760m) e A9 para A10 (364 m).

2.2. Frequência de visitantes florais

Para avaliar a frequência de visitantes nas flores do cajueiro, primeiramente foi realizada a demarcação dos pomares nas dez áreas, com a determinação de um ponto zero em cada área. Nas cinco áreas com mata nativa (A1, A2, A3, A4 e A5) o ponto zero era o local do

pomar mais próximo do fragmento de mata nativa, na borda da mata nativa. Nas áreas em que não havia fragmento de mata próximo, sem mata nativa (A6, A7, A8, A9 e A10), era escolhido como ponto zero a borda do plantio. A partir deste ponto zero a cada 40m era marcada uma linha, perfazendo um total de cinco linhas paralelas, até a distância de 200 metros da cerca do terreno, ficando assim distribuída: 40m, 80m, 120m, 160m e 200m. Em cada linha, árvores foram selecionadas e marcadas com fitas de cores diferentes (amarela, azul, vermelha, verde e preta) para facilitar a identificação das distâncias pelos observadores (FIGURA 5).

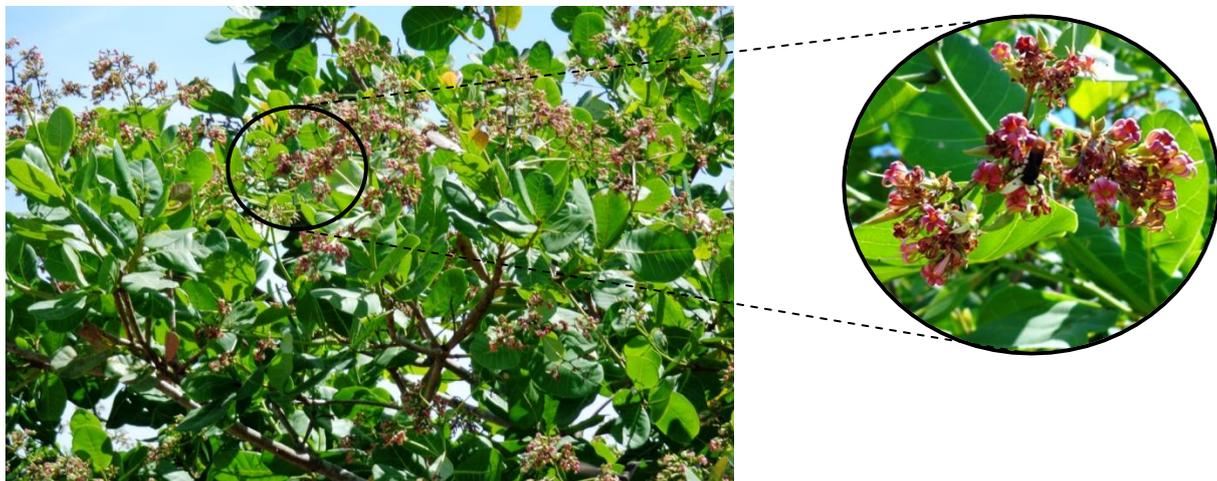
Figura 5 – Esquema da demarcação de cinco distâncias (40m, 80m, 120m, 160m e 200m) a partir da borda do cultivo de cajueiro usado no experimento. Horizonte, CE.



As informações foram coletadas no período de floração (agosto a novembro) em dois dias consecutivos, em viagens realizadas a cada quinze dias. Para que ao final da florada cada área tivesse o mesmo número de repetições foi realizada uma rotação entre as áreas, sendo cinco por dia de viagem.

Para a frequência de visitantes florais nas panículas do cajueiro, foram realizadas contagens instantâneas do número de insetos em 500 panículas verificadas em sequencia (FIGURA 6), durante uma caminhada entre as linhas da cultura (FIGURA 7). As contagens de insetos foram realizadas em todas as dez áreas experimentais por cinco observadores, simultaneamente, em cada uma das cinco distâncias (40m, 80m, 120m 160m e 200m) e nos horários de 7h, 9h, 11h, 13h, 15h e 17h.

Figura 6 – Panícula do cajueiro (*Anacardium occidentale*) com abelha social *Trigona spinipes* visitando a flor branca em primeiro dia de antese no município de Horizonte, CE.



Fonte: Autor, 2012.

Figura 7 – Trajeto em transecto linear usado para a contagem e registro de visitantes florais em 500 panículas no município de Horizonte, CE.



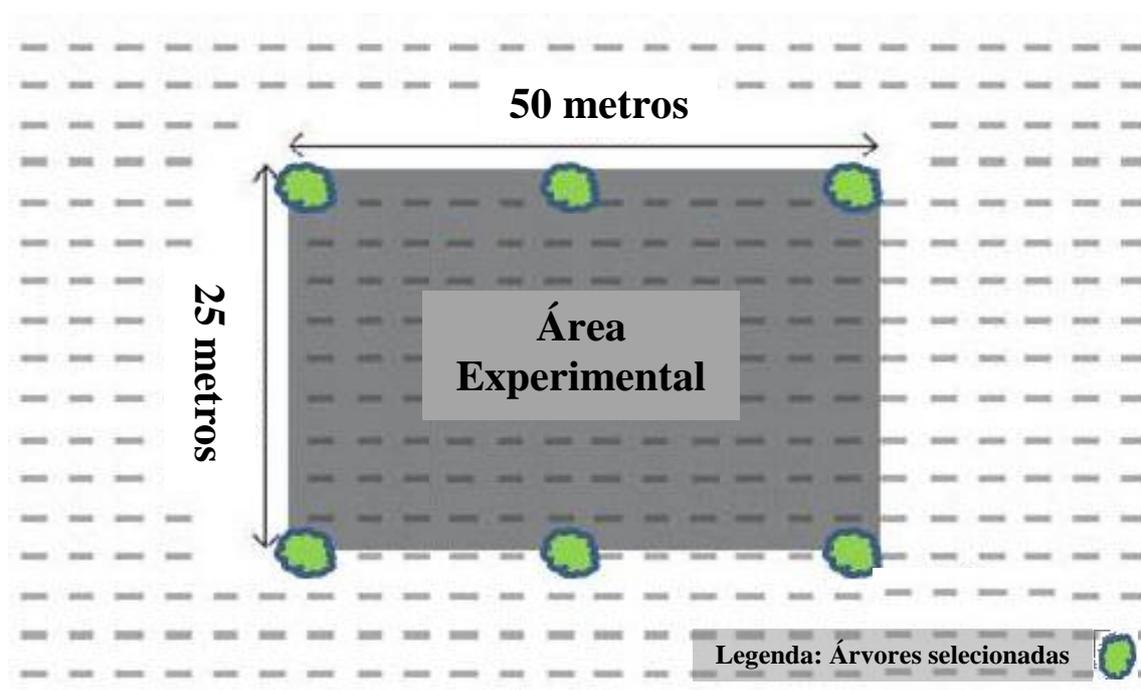
Fonte: Autor, 2012.

2.3. Coleta e identificação de visitantes florais do cajueiro

Para analisar a diversidade de visitantes florais na cultura de cajueiro, seguiu-se a metodologia proposta por Vaissiere *et al.* (2011), onde foi delimitada uma área de 25m x 50m para coleta dos visitantes. Em torno desse retângulo (FIGURA 8) foi realizado um transecto

em linha reta a cada 25m, onde durante cinco minutos, todos os insetos vistos visitando as flores de um cajueiro selecionado eram coletados com auxílio de rede entomológica. Ao fim dos cinco minutos de observação do primeiro cajueiro, seguia-se para a próxima árvore a 25 m de distância percorrendo um total de seis árvores. As coletas ocorreram logo após as contagens de insetos nas panículas, nos horários de 7h, 9h, 11h, 13h, 15h e 17h, em dois dias consecutivos, a cada 15 dias, totalizando 16 viagens a campo e 96 coletas durante todo o período de floração do cajueiro. Os insetos observados nos cajueiros depois de capturados foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila, e em seguida mantidos sob refrigeração até serem montados em alfinetes entomológicos no Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente, esses insetos foram enviados para identificação, realizada pela taxonomista Dra. Favízia de Oliveira Freitas da Universidade Federal da Bahia.

Figura 8 – Esquema utilizado para a demarcação do perímetro de 25 m x 50 m para todas as dez áreas, onde foram realizadas as capturas com rede entomológica, no município de Horizonte, CE.



Fonte: VAISSIÈRE, *et al.*, 2011. Modificado pelo autor.

2.4. Análise de dados

Para analisar a frequência de visitantes florais, estes foram agrupados nas categorias abelhas e outras espécies. A categoria abelhas foi dividida em abelhas sociais,

incluindo a espécie exótica *Apis mellifera*, e abelhas solitárias. Todos esses dados foram separados por áreas e suas respectivas distâncias. A mesma subdivisão em categorias de abelhas sociais, solitárias e outros grupos foi realizada para os insetos coletados com a rede entomológica e suas quantidades separadas por suas respectivas áreas.

Todos os dados de frequência de insetos foram analisados por meio de comparações por distâncias, par a par, utilizando o teste t. Para as comparações entre distâncias foi utilizado Anova ou Kruskal-Wallis. A princípio foram analisadas as normalidades dos dados e a homogeneidade das variâncias. No caso em que os pré-requisitos não foram atendidos, os dados foram então transformados utilizando a fórmula $\log(x + 1)$ e novamente testada a normalidade e homogeneidade das variâncias. Se mesmo assim os pré-requisitos não foram atendidos, foi então utilizado o teste de Kruskal-Wallis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo foram coletados com rede entomológica 379 indivíduos visitando as flores do cajueiro. Esses insetos foram separados em grupos denominados como abelhas sociais (335), abelhas solitárias (24) e outras espécies (20) conforme discriminado na tabela 1. Dos três grupos amostrados, as abelhas sociais foram as mais abundantes e destas 176 foram as abelhas *Apis mellifera* e 159 meliponíneos.

Alguns dos indivíduos observados visitando as flores do cajueiro e coletados nesse estudo, também foram encontrados por Paulino (1992), Freitas (1995), Freitas *et al.* (2002), Bhattacharya (2004) e Flores *et al.* (2012). Esses mesmos autores encontraram, como predominante, a ordem Hymenoptera, com abundância de abelhas maior que os outros insetos. Além destes visitantes, ocasionalmente eram observados beija-flores visitando as flores do cajueiro.

Tabela 1 – Espécies visitantes florais do cajueiro (*Anacardium occidentale*), coletados com rede entomológica, no município de Horizonte, Ceará, em 2012.

VISITANTES FLORAIS	QUANTIDADE
APIDAE	
<i>Apis mellifera</i>	176
<i>Trigona spinipes</i>	112
<i>Scaptotrigona sp.1</i>	46
<i>Centris (Centris) flavifrons</i>	7
<i>Centris (Centris) byrsonimae</i> Mahlmann & Oliveira, 2012	6
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	6
<i>Centris (Centris) spilopoda</i>	2
<i>Centris (Ptilotopus) aff. sponsa</i>	2
<i>Ancyloscelis apiformis</i>	1
<i>Trigona fuscipennis</i>	1
VESPIDAE	
<i>Brachygastra lecheguana</i>	3
<i>Tiphiidae sp.4</i>	1
<i>Vespidae sp. 1</i>	2
<i>Vespidae sp. 2</i>	1
OUTROS INSETOS	
Diptera	12
Lepidoptera	2
TOTAL	380

Dentre os grupos de insetos coletados, as abelhas sociais e solitárias foram observadas visitando as flores brancas (flores jovens) coletando néctar e tocando o estigma da flor. Em todas as áreas o número de abelhas foi superior ao de vespas, destacando-se a abelha *Apis mellifera* como a mais abundante, seguida da espécie de abelha *Trigona spinipes* e *Scaptotrigona* sp.1. Também foram observadas seis espécies de abelhas solitárias visitantes incluídas nas tribos Centridini, Xylocopini e Emphorini, esta última com somente um indivíduo coletado.

Nesse estudo, verificou-se que as abelhas solitárias *Centris (Centris) flavifrons*, *Centris (Centris) byrsonimae*, *Centris (Centris) spilopoda*, *Centris (Ptilotopus) aff. Sponsa* e *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* foram pouco representadas por coleta, sendo vistas somente em algumas áreas de estudo não apresentando efeito significativo ($p > 0,05$) quanto ao local (com ou sem mata nativa), área, horário e dia de coleta (TABELA 2 e 3). A falta de locais favoráveis nas áreas estudadas para a nidificação e fornecimento de alimento para as espécies solitárias observadas nesse estudo, pode ser um fator que justifique a pouca representação destas abelhas nas coletas realizadas. Em estudo realizado com acerola (*Malpighia emarginata*), Magalhães e Freitas (2013) aumentaram significativamente a população de *C. analis* no cultivo com a introdução de locais de nidificação para as abelhas.

Abelhas solitárias apresentam hábitos de nidificação variados que diferem muito entre as espécies, tais como diferentes substratos de nidificação, arquitetura de ninho, e em alguns casos, a variabilidade na disposição das células de cria dentro da espécie. A maioria destas abelhas escava ninhos no solo, algumas podem nidificar em cavidades preexistentes, como troncos de árvores, enquanto outras constroem ninhos livres e expostos (EICKWORT; EICKWORT, 1973; COVILLE, *et al.*, 1983; ROUBIK, 1989; SILVA *et al.*, 2001). Além disso, essas abelhas necessitam de plantas que forneçam flores para obtenção de recursos necessários ao seu desenvolvimento, como pólen e néctar (MORATO; CAMPOS, 2000; VIANA *et al.*, 2001).

No gênero *Centris*, as maiores diferenças estão presentes no hábito de nidificação, observadas ao nível subgenérico (COVILLE, *et al.*, 1983; SILVA *et al.*, 2001), pois algumas espécies de diferentes subgêneros podem fazer seus ninhos no solo, nidificar em troncos ou galhos ou construir ninhos expostos (ROUBIK, 1989). Segundo Freitas e Pereira (2004), o principal motivo para a ausência de uma população *Centris* bem estabelecida nos cultivos comerciais de cajueiro é a falta de fontes de óleo usadas para alimentar a prole. Uma alternativa para manutenção dessa espécie em áreas de cultivos comerciais de cajueiros seria o

estabelecimento do consórcio entre caju e acerola. A aceroleira é uma espécie frutífera pertencente à família Malpighiaceae possuindo como principal recurso o óleo, o qual é muito utilizado pelos Centridini na alimentação de suas larvas (MENDES; RÊGO, 2007). A biologia floral das flores da aceroleira assemelhasse com a do cajueiro, com antese de flores e apresentação de pólen no início da manhã, sendo visitadas por uma variedade de espécies de abelhas (FREITAS; PEREIRA, 2004).

Assim como *Centris*, o grande gênero *Xylocopa* é um importante polinizador de determinadas culturas e ambos coletam pólen de angiospermas com anteras porcidas. Estas abelhas utilizam a vibração dos músculos de voo para ejetar e colher rapidamente os grãos de pólen das anteras (FREITAS; PEREIRA, 2004). No que se refere às abelhas solitárias do gênero *Xylocopa* o número de fêmeas que habitam um ninho é baixo, e, frequentemente apenas uma das fêmeas, presente no ninho, é uma forrageadora ativa. A maioria dessas abelhas faz seus ninhos principalmente em madeira morta ou em ramos. Essas duas razões podem explicar os baixos números desses indivíduos observados no experimento

A relação entre a abundância de insetos e horário da coleta revela que para todas as abelhas coletadas, os horários de 7h e 9h foram os que apresentaram a maior abundância de insetos visitando as flores do cajueiro (TABELA 2 e 3). Sabe-se que o início da antese das flores do cajueiro varia devido à região, fatores climáticos e da planta (FREITAS, 1995; FREITAS; PAXTON, 1998; BHATTACHARYA, 2004), iniciando para as flores masculinas no período da manhã por volta das 7h e para as flores hermafroditas a partir das 10h (FREITAS, 1995), o que justifica a quantidade de insetos coletados serem mais abundante entre esses horários. No entanto, estudos realizados por Freitas (1995) e Freitas e Paxton (1998), mostraram que a maior receptividade do cajueiro é em torno das 13h, logo seria mais significativo ter mais abelhas visitando a área de cultivo nesse horário, favorecendo indiretamente os pomares com borda de mata nativa.

Tabela 2 – Média da frequência de insetos coletados com rede entomológica em áreas com borda de mata nativa em pomares de cajueiro (*Anacardium occidentale*) em Horizonte, CE.

	ABELHAS SOCIAIS		ABELHAS SOLITÁRIAS		Outras espécies
	<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	<i>Centris</i> spp.	
7h	1,67 ± 1,97	4 ± 5,18	0,17 ± 0,41	0	0,17 ± 0,41
9h	2,1 ± 2,08	2,7 ± 2,63	0	0	0,4 ± 0,70
11h	3,1 ± 3,0	1,1 ± 1,60	0,3 ± 0,68	0,2 ± 0,42	0,3 ± 0,68
13h	1 ± 1,22	0,2 ± 0,45	0	0,2 ± 0,45	0
15h	1,33 ± 1,87	0,89 ± 2,03	0	0,11 ± 0,33	0,11 ± 0,33
17h	1,38 ± 1,51	0,50 ± 0,76	0,13 ± 0,35	0,13 ± 0,35	0

Nenhuma das médias foi significativa pelo teste F, para nenhum dos visitantes observados a $p > 0,05$.

Tabela 3 – Média de frequência de insetos coletados com rede entomológica em áreas sem borda de mata nativa em pomares de cajueiro (*Anacardium occidentale*) em Horizonte, CE.

	ABELHAS SOCIAIS		ABELHAS SOLITÁRIAS		Outras espécies
	<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	<i>Centris</i> spp.	
7h	2,4 ± 3,3	4,4 ± 5,52	0,3 ± 0,48	0,3 ± 0,68	0,1 ± 0,32
9h	0,8 ± 1,3	1,3 ± 1,9	0,33 ± 0,5	0	0,17 ± 0,4
11h	2,5 ± 1,2	0,5 ± 0,8	0	0	0,33 ± 0,8
13h	1,91 ± 1,9	0,36 ± 0,5	0,09 ± 0,3	0,09 ± 0,3	0,18 ± 0,4
15h	1,29 ± 1,1	0,71 ± 1,3	0	0,14 ± 0,4	0
17h	1,5 ± 2,4	2 ± 2,8	0	0	0,125 ± 0,4

Nenhuma das médias foi significativa pelo teste F, para nenhum dos visitantes observados a $p > 0,05$.

Nas tabelas 4 e 5, observa-se que a frequência de visitantes florais do cajueiro em 500 panículas nos meses de floração, tanto em áreas com mata nativa quanto sem mata nativa, não variou em função do estágio de florada ($p > 0,05$). Isso já era esperado porque no período da florada do cajueiro, final das chuvas e começo do período seco, existe uma variedade de plantas silvestres típicas de áreas abertas crescendo dentro do cajueiral, como a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), que competem por esses visitantes com a cultura (FREITAS, 1995; SILVA *et al.*, 2012). Esse tipo de vegetação não ocorre no interior de remanescentes de mata nativa próximo à borda de cultura, embora a própria mata possa ter espécies competidoras caso seu florescimento coincida com o do cajueiro, como as vezes ocorre com a catanduva (*Piptadenia moliniformis*).

Estudos já apontaram a falta de polinização como um grave problema na cajucultura comercial, pois em pomares comerciais suas flores recebem poucos visitantes, sendo o mais comum *Apis mellifera*. A solução para esse problema poderia estar na

diversidade de plantas dentro das áreas agrícolas já apontadas como uma medida benéfica aos polinizadores, embora alguns produtores raramente adotem tal prática. Muitas vezes essa vegetação silvestre (plantas daninhas) é removida como forma de evitar a concorrência pelos visitantes florais com a cultura alvo (FREITAS *et al.* 2002; CARVALHEIRO *et al.*, 2011).

Tabela 4 – Frequência média de visitantes florais do cajueiro (*Anacardium occidentale*) em áreas com mata nativa no município de Horizonte, Ceará, em 2012.

Frequência de visitantes em áreas com mata nativa					
Meses	<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos	<i>Xylocopa</i> (<i>Neoxylocopa</i>) <i>cearensis</i>	<i>Centris</i> spp.	Outras espécies
Agosto	3,58 ± 3,57	2,29 ± 3,72	0,00	0,02 ± 0,13	0,27 ± 0,59
Setembro	2,20 ± 2,59	1,99 ± 3,28	0,015 ± 0,12	0,05 ± 0,21	0,11 ± 0,36
Outubro	1,42 ± 3,18	0,88 ± 2,19	0,13 ± 0,43	0,02 ± 0,13	0,15 ± 0,48
Novembro	0,48 ± 1,11	0,10 ± 0,40	0	0,10 ± 0,35	0,28 ± 1,33

Os valores não foram significativos pelo teste F a $p > 0,05$.

Tabela 5 – Frequência média de visitantes florais do cajueiro (*Anacardium occidentale*) em áreas sem mata nativa do município de Horizonte, Ceará, em 2012.

Frequência de visitantes em áreas sem mata nativa					
Meses	<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos	<i>Xylocopa</i> (<i>Neoxylocopa</i>) <i>cearensis</i>	<i>Centris</i> spp.	Outras espécies
Agosto	3,91 ± 4,51	1,57 ± 3,14	0	0,02 ± 0,12	0,28 ± 0,78
Setembro	1,27 ± 1,51	2,38 ± 3,84	0	0,04 ± 0,19	0,18 ± 0,47
Outubro	0,50 ± 1,33	0,6 ± 1,76	0,02 ± 0,13	0,02 ± 0,13	0,08 ± 0,33
Novembro	0,28 ± 0,87	0,40 ± 0,92	0,02 ± 0,13	0,12 ± 0,56	0,05 ± 0,22

Os valores não foram significativos pelo teste F a $p > 0,05$.

Estudos recentes têm mostrado que a diversidade e a abundância de vários táxons em paisagens agrícolas diminuem significativamente com o aumento da distância dos habitats nativos (RICKETTS, 2004; FREITAS *et al.*, 2009). No entanto para esse estudo a distância não influenciou na diversidade e abundância de insetos.

A presença da mata não foi significativa ($p > 0,05$) para a abundância de abelhas visitantes nas panículas do cajueiro. Da mesma forma que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no número médio de abelhas quando comparado às diferentes distâncias durante as contagens nas áreas com mata nativa e sem mata nativa (TABELAS 6, 7). Isso pode ter ocorrido devido às distâncias escolhidas para o estudo não terem sido suficientes para afetar a quantidade de insetos observados visitando as panículas. Apesar de o cajueiro ser uma cultura largamente

difundida em toda a região Nordeste, é importante ressaltar que a escolha dessas distâncias foi devido a maior parte dos plantios nordestinos se encontrarem sob a exploração de mini e pequenos produtores com suas áreas variando de 5 a 20 hectares respectivamente (GUANZIROLI, 2009; MAIA, 2013). Além disso, embora as abelhas possam forragear a uma distância considerável de suas colmeias, geralmente optam por coletar recursos a até 100m dos seus ninhos, desde que esses estejam disponíveis (FREE, 1993).

Tabela 6 – Média de visitantes florais em diferentes distâncias nas áreas com mata nativa durante o período de agosto a novembro de 2012 em cultivo de cajueiro (*Anacardium occidentale*) em Horizonte, CE.

Média de visitantes florais/distâncias/500 panículas					
	Distância (m)	Nº de Abelhas Sociais		Nº de Abelhas Solitárias	Nº de Outras Espécies
		<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos		
Com Mata Nativa	40	17,6 ± 5,50	17,6 ± 4,56	0,5 ± 0,58	1,2 ± 1,09
	80	15,8 ± 6,90	13,2 ± 6,76	0	2,2 ± 4,38
	120	19 ± 7,68	11,4 ± 7,67	0,6 ± 1,34	1,6 ± 1,52
	160	16 ± 3,94	7 ± 5,75	0,4 ± 0,55	1 ± 1,41
	200	22,4 ± 12,34	13,6 ± 10,41	2,2 ± 2,28	1,8 ± 1,8

Os valores não foram significativos pelo teste F a $p > 0,05$.

Tabela 7 – Média de visitantes florais em diferentes distâncias nas áreas sem mata nativa durante o período de agosto a novembro de 2012 em cultivo de cajueiro (*Anacardium occidentale*) em Horizonte, CE.

Média de visitantes florais/distâncias/500 panículas					
	Distância (m)	Nº de Abelhas Sociais		Nº de Abelhas Solitárias	Nº Outras Espécies
		<i>Apis mellifera</i>	Meliponíneos		
Sem Mata Nativa	40	16,2 ± 11,76	10,8 ± 9,78	0,8 ± 1,79	2,6 ± 1,81
	80	14,8 ± 5,07	11 ± 11,89	1,2 ± 2,17	1,6 ± 1,14
	120	15,2 ± 6,90	12,6 ± 14,08	1 ± 0,71	1,2 ± 0,84
	160	12,8 ± 7,08	13,8 ± 15,25	1 ± 1,22	1,4 ± 1,67
	200	15,2 ± 6,90	10,4 ± 6,54	0,8 ± 1,79	2,2 ± 3,35

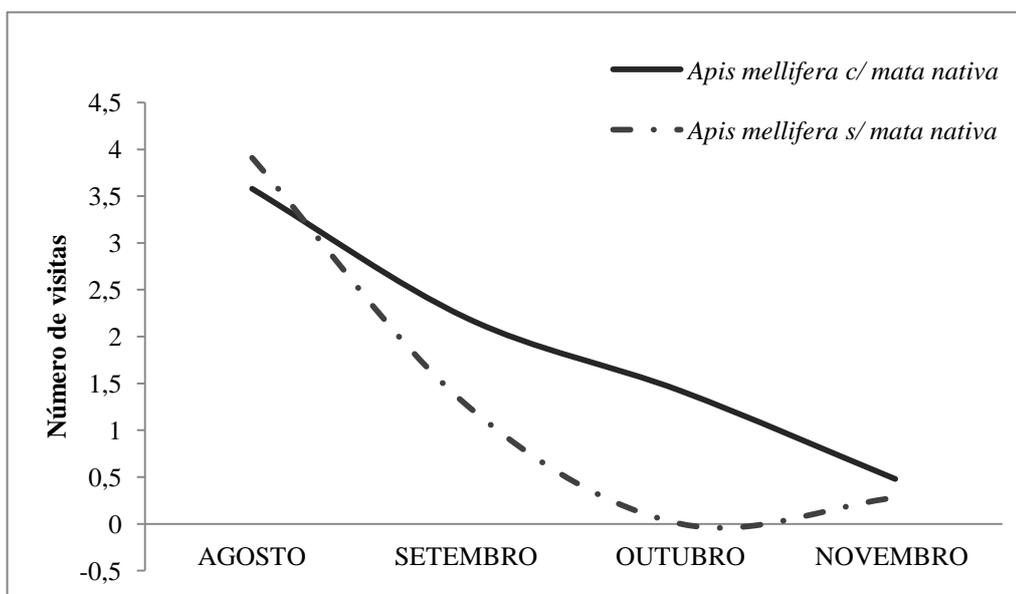
Os valores não foram significativos pelo teste F a $p > 0,05$.

Nos pomares estudados, as flores do cajueiro iniciaram o florescimento em agosto, com o surgimento de muitas flores jovens, principalmente uma grande quantidade de flores masculinas e à medida que foi ocorrendo o vingamento dos frutos, a florada foi relativamente diminuindo. O mesmo resultado foi observado por Freitas (1995) e Freitas *et al.* (2002) em estudos sobre a polinização do cajueiro.

Na figura 9, observa-se que as abelhas *A. mellifera* estavam presentes em todas as áreas de cultivo no início da florada, vindo a reduzir sua abundância conforme a diminuição da florada acontecia. Para as áreas com mata nativa percebe-se que essa visitação mantém-se

constante, enquanto que nas áreas sem mata nativa essas abelhas decaem abruptamente ao final da florada. Essa redução foi mais acentuada durante o mês de outubro, onde praticamente já não eram mais observadas abelhas visitando as flores do cajueiro.

Figura 9 – Número médio de visitas de *Apis mellifera* em 500 panículas em cajueirais com e sem mata nativa, de agosto a novembro de 2012, em Horizonte – Ceará.

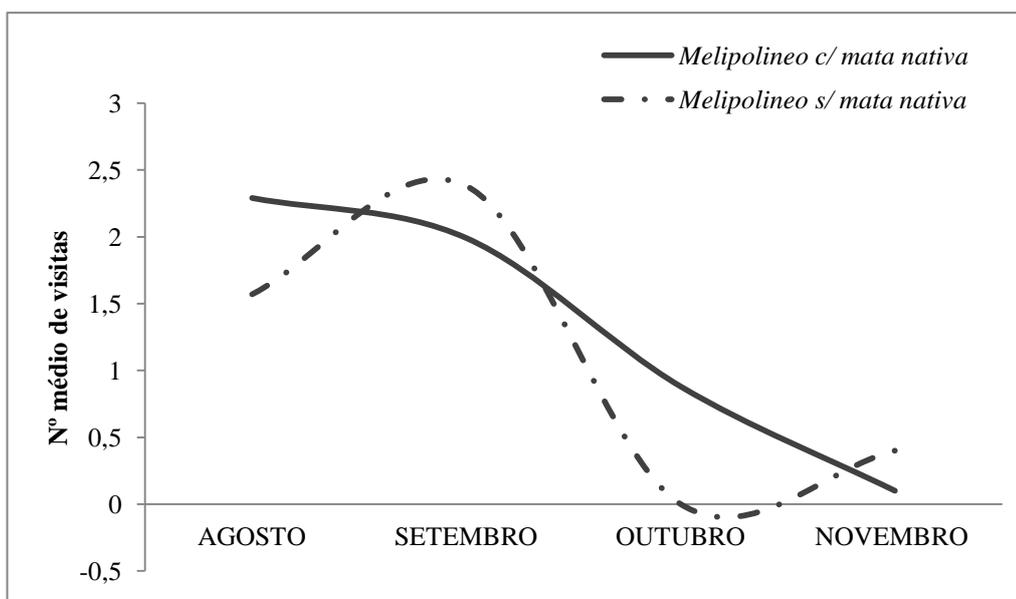


Segundo Free (1993), a área de forrageamento de uma colônia de *A. mellifera* depende de muitos fatores, como a quantidade de néctar e pólen disponível, as condições climáticas e as características físicas da área. Foi perceptível no período de estudo uma redução da vegetação silvestre dentro dos pomares com as dez áreas apresentando campos mais secos. Percebeu-se também que ocorreu uma redução da cobertura vegetal nos fragmentos de mata nativa com a queda das folhas e, além disso, o ambiente ficou mais quente e exposto à incidência de luminosidade. Esses acontecimentos foram devido à falta de chuvas mais regulares nesse período para todo o Ceará, especialmente para o município de Horizonte, Ceará (FUNCEME, 2012). A baixa frequência de *Apis mellifera* no mês de outubro provavelmente reflete o comportamento de migração das abelhas para locais de clima mais ameno e com maior oferta de recursos florais (FREITAS *et al.*, 2007).

O comportamento dos meliponíneos nas áreas de mata nativa foi relativamente similar ao apresentado por *A. mellifera*, se mantendo constante e reduzindo sua presença conforme ocorria a diminuição da florada. Nas áreas sem mata o grupo permanece visitando as flores do cajueiro e as flores do extrato herbáceo, e conforme as flores silvestres reduziam a oferta de recursos, essas abelhas aumentavam a visitação às panículas do cajueiro, chegando

ao pico no mês de setembro para em seguida decair conforme ocorria o vingamento dos frutos (FIGURA 10). O mesmo comportamento foi encontrado por Flores *et al.* (2012), em áreas de cajueiral no município de Horizonte, Ceará.

Figura 10 – Número médio de visitas de meliponíneos em 500 panículas nas áreas de cajueirais com e sem mata nativa de agosto a novembro de 2012, em Horizonte – Ceará.



Mesmo nas áreas sem mata nativa próxima, mas com algum tipo de vegetação entre os cajueiros, havia insetos nativos visitando as panículas. Nas áreas estudadas os cajueirais tinham como trato cultural a não retirada da vegetação silvestre entre as linhas da cultura, mas era realizado o roço da área logo no início do período de floração dos cajueiros.

Assim como as abelhas sociais, verificou-se neste trabalho que as abelhas solitárias (*Centris* spp. e *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis*) encontrados nas áreas estudadas também foram vistas visitando as flores silvestres até o fim de seu período de florescimento, quando então iniciaram a busca de recursos nas flores dos cajueiros. Esse mesmo comportamento foi observado por Flores *et al.* (2012), em estudo desenvolvido também no município de Horizonte, no Ceará, em algumas áreas similares à utilizada nesse estudo. No entanto, a presença destas abelhas nas áreas de estudo foi muito baixa, a ponto de impossibilitarem a geração de dados de frequência de abelhas solitárias por meses.

No que se refere a frequência horária das abelhas às flores, os gráficos de frequência de visitantes, em 500 panículas por horário (FIGURA 11) mostram que elas estão presentes durante todo o período de florescimento de *A. occidentale* nas áreas com mata

nativa e sem mata nativa, mas que nas áreas sem mata nativa as abelhas só começam a visitar as panículas após as 13h, como pode ser observado nas figuras 11 e 12, para *Apis mellifera* e meliponíneos respectivamente. Freitas (1995) e Freitas; Paxton (1998) viram que a maior receptividade do estigma do cajueiro é em torno das 13h. Logo seria mais interessante ter mais abelhas visitando as flores da área de cultivo neste horário. Nesse caso, as áreas com mata nativa se beneficiariam indiretamente, pois nessas áreas haveria mais abelhas visitando as flores do cajueiro e conseqüentemente, um aumento na produção de frutos do que as áreas sem mata nativa.

Figura 11 – Frequência horária de *Apis mellifera* em áreas de cajueiros com borda da cultura com mata nativa e sem mata nativa em 2012, em Horizonte, Ceará.

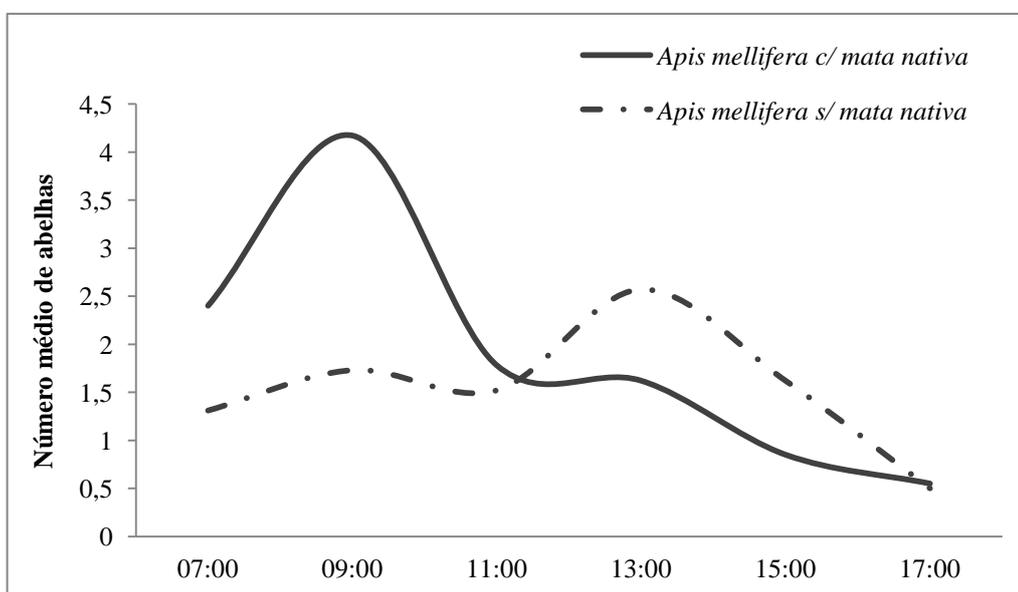
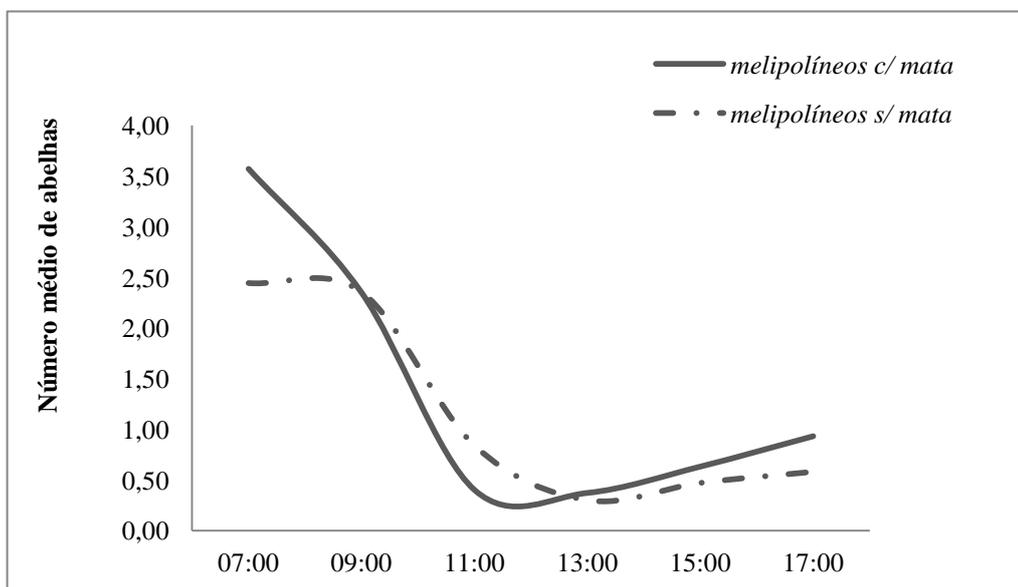


Figura 12 – Frequência horária de meliponíneos em áreas de cajueiros com borda da cultura com mata nativa e sem mata nativa, em Horizonte, Ceará.



4. CONCLUSÕES

A presença do fragmento de mata nativa próxima à borda de cultura, não influenciou na abundância de visitantes florais nas distâncias selecionadas.

As abelhas sociais, *Apis* e meliponíneos, são os polinizadores mais frequentes nos cajueirais da região estudada, independentemente da proximidade ou não de remanescentes de mata nativa.

A existência de remanescentes de mata nativa próximo aos cajueirais, possibilitou a permanência das abelhas sociais nas áreas de cultivo durante todo o período de floração de *A. occidentale*, principalmente nos horários em que as flores estão mais receptivas o que favoreceria as áreas de mata indiretamente quanto à produção.

Abelhas solitárias do gênero *Centris*, apontadas como eficiente polinizadoras do cajueiro, são pouco frequentes nos cultivos sob as condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- BHATTACHARYA, A. Flower visitors and fruitset of *Anacardium occidentale*. In: *Annales Botanici Fennici*. Helsinki: Societas Biologica Fennica Vanamo, 1964-, 2004. p. 385-392.
- CAMARGO, A. J. A. **Diversidade de insetos em áreas cultivadas e reserva legal: considerações e recomendações**. Planaltina: EDITORA, 2001.
- CARVALHEIRO, L. G. *et al.* Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. **Ecology Letters**, v. 14, n. 3, p. 251-259, 2011.
- COVILLE, R. E.; FRANKIE, G.W.; VINSON, S. B. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera, Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. **J. Kansas Entomol. Soc.**, v. 56, p. 109-122, 1983.
- REIS, C. S.; CONCEIÇÃO, G. M. Aspectos florísticos de um fragmento de vegetação, localizado no Município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 6, n. 2, 2010.
- EICKWORT, G.C.; EICKWORT, K.R. Notes on the nests of three wood-dwelling species of *Augochlora* from Costa Rica (Hymenoptera: Halictidae). **J. Kansas Entomol. Soc.**, v. 46, p. 17-22, 1973.
- FLORES, L.M.A., FILHO, A.J.S.P., WESTERKAMP, C. & FREITAS, B.M. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. v. 67, n. 2, p. 131-248, dez. 2012.
- FREE, John Brand *et al.* **Insect pollination of crops**. 2. ed., San Diego: Academic Press, 1993.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) – University of Wales, Cardiff, 1995.
- FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and a indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of Ne Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n.1, p. 109-121, 1998.
- FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Crop consortium to improve pollination: can West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) attract *Centris* bees to pollinate Cashew (*Anacardium occidentale*)? In: FREITAS, B. M.; PORTELA, J.O.B. (Ed.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: UFC, 2004. p. 193-2001.
- FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J.; HOLANDA-NETO, J. P. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. *Pollinating Bees*. Ministry of Environment, Brasília, p. 229-244, 2002.
- FREITAS, B. M. **Meliponíneos**. Fortaleza: UFC, 2003.

FREITAS, B. M.. Uso e eficiência de polinização das abelhas solitárias. **Anais...**Santa Marta, Colômbia, 29 e 30 de Novembro de 2006, p. 12, 2006.

FREITAS, B. M.; SOUSA, R. M.; BOMFIM, I. G. A. Absconding and migratory behaviors of feral Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in NE Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, p. 381-385, 2007.

FREITAS, B. M. **Rede de pesquisa dos polinizadores da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil**. Fortaleza, 2009. Projeto de pesquisa.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. **Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agro ecossistemas brasileiros**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

FUNCEME. Chuvas mensais – municípios. (2012). Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/chuvas-mensais-municipios>>. Acesso em: 18 de dez. de 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Municípios com a letra H**. 2012. Disponível em: <<http://www.ceara.gov.br/index.php/municipios-cearenses/794-municipios-com-a-letra-h#munic-pio-horizonte>>. Acesso em: 19 nov. 2012.

GUANZIROLI, C. E. *et al.* Entraves ao desenvolvimento da cajucultura no nordeste: margens de comercialização ou aumentos de produtividade e de escala? **Revista Extensão Rural**, p. 96-122, 2009.

HOLANDA-NETO, J. P. **The pollination of cashew (*Anacardium occidentale*) in Northeast Brazil**. 2008. 196 f. Tese (Doutorado) – Queen’s University Belfast, Belfast, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: USP, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2012: Horizonte**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Horizonte.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2012.

KEARNS, Carol A.; INOUE, David W.; WASER, Nickolas M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, p. 83-112, 1998.

KLEIN, A. M. *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Mosman, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KRUG, C. A comunidade de abelhas (Hymenoptera. Apiformes) da mata com araucária em Porto União-SC e abelhas visitantes florais da aboboreira (*Cucurbita* L.) em Santa Catarina, com notas sobre *Peponapis fervens* (Eucerini, apidae). Dissertação, 2007. 127p.

- MAGALHÃES, C. B. **Introdução da abelha coletora de óleo *Centris* (*Heterocentris*) analis para polinização e aumento de produtividade de cultivos comerciais de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.).** 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2012.
- MAIA, A. C. N. **O uso de práticas amigáveis aos polinizadores e a rentabilidade da cajucultura nordestina.** 126 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. Nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 382-388, 2007.
- MICHENER, Charles Duncan. **The bees of the world.** [S. l.]: JHU Press, 2000.
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A.O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Rev. Bras. Zool.**, v. 17, p. 429-444, 2000.
- MOURA, D. V.; SIMÕES, C. D. S. A evolução histórica do conceito de paisagem. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 179-186, 2011.
- PAGLIA, A. P.; FERNANDEZ, F. A. S; MARCO JUNIOR, P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. **Biologia da conservação: essências.** São Carlos: Rima, 2006.
- PAULINO, F. D. G. Polinização em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus – CE. Dissertação (Mestrado em Entomologia). 1992.
- PEREIRA, D. S. *et al.* Abelhas nativas encontradas em meliponários no Oeste Potiguar-RN e proposições sobre seu desaparecimento na natureza. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 2, 2007.
- RICKETTS, T. H. *et al.* Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 1-17, 2008.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- SAMWAYS, M. J. **Insect diversity conservation.** Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- SILVA, F. O.; VIANA, B. F.; NEVES, E. L. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 30, n. 4, Dec. 2001.
- SILVA, C. M. ; SILVA, C. I. ; HRNCIR, M. ; QUEIROZ, R. T. ; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. . **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga.** 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras**: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002.

SOUZA, E. Educação ambiental e a biodiversidade brasileira. Monografia (Pós-Graduação “Lato Sensu” Educação Ambiental). 2008. 56 p.

TRINDADE NETO, I. Q. **Reintegrando a floresta à natureza humana**: um estudo sobre a conservação florestal em consórcio com agricultura e produção de petróleo. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2003.

TSCHARNITKE, T. *et al.* Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. **Ecology Letters**, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, 30(2), 245-251, 2001.

WILSON, E. O., (ed.) 1988. **BioDiversity**. Washington: National Academy Press.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 174-192, 2010.

CAPÍTULO III

A influência dos fragmentos de mata nativa na produção de castanhas em cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.)

RESUMO

O cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no nordeste do Brasil é feito tanto próximo quanto longe de remanescentes de mata nativa. O objetivo deste capítulo foi comparar a produção de castanhas entre diferentes distâncias em áreas circundadas ou não por mata nativa. Para isso foram marcadas duas árvores a cada uma das distâncias crescentes (40m, 80m, 120m, 160m e 200m) a partir da borda para o interior do plantio para se medir a produção de castanha, de modo a se ter dez árvores por área. Usaram-se dez áreas neste experimento, sendo cinco próximas e cinco afastadas de matas, totalizando 50 plantas em áreas com mata nativa próximas às bordas de cultura e 50 com borda sem mata nativa. O efeito da existência de mata ao longo do perímetro da área também foi investigado. Durante os meses de outubro a novembro de 2012 as castanhas foram coletadas, quantificadas e pesadas separadamente de acordo com as distâncias e os valores registrados em planilha. De acordo com os testes utilizados para esse estudo, verificou-se que a produção de frutos não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os gradientes utilizados, nem para o fato da área ter ou não ter mata nativa ao longo da sua borda. A proximidade dos remanescentes de mata também não interferiu na produtividade em relação às áreas que não tinha remanescentes próximos. Na avaliação da influencia dos visitantes florais das áreas estudadas na produção de castanhas, observou-se que somente a abundância de meliponíneos influenciou a produção de castanhas ($p < 0,05$), sendo responsáveis por 46,66% (R^2) da variação na produção de frutos. O papel dos meliponíneos na do cajueiro precisa ser melhor estudado.

Palavras-chave: Meliponíneos. Produtividade. Abelhas sem ferrão. Culturas agrícolas. Gradientes.

ABSTRACT

The cultivation of cashew trees in northeastern of Brazil is done both near and far from remaining native forest. The aim of this chapter was to compare the production of chestnuts from different distances in areas with and without native forest. For that two trees were marked in each of the increasing distances (40m, 80m, 120m, 160m and 200m) from the edge into the planting to mediate the production of the chestnuts, so as to have ten trees per area. It was used ten areas in this experiment, where five were close and five away from nearby forests, totaling 50 plants in areas with native forest close to the edges of culture and 50 with edge without native forest. The effect of existence of forest along the perimeter of the area was also investigated. During the months from October to November 2012 the chestnuts were collected, quantified and weighed separately according to the distances and the values recorded in a spreadsheet. According to the tests used for this study, it was found that fruit production was not significantly different ($p > 0.05$) between the gradients used and not to the fact of native or none native vegetation along its edge. The proximity of the forest remnants also did not affect the productivity of the areas that had no remaining close. In assessing the influence of floral visitors of the studied areas in the production of chestnuts, it was observed that only the abundance of stingless bees influenced the production of chestnuts ($p < 0.05$), accounting for 46.66% (R^2) of the variance in fruit production. The role of stingless bees in the cashew tree needs to be better studied.

Keywords: Meliponineos. Productivity. Stingless bees. Crops. Gradients.

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é considerado uma das mais importantes espécies comercialmente cultivadas das regiões tropicais (PAULINO, 1992; AGUIAR, 2001; SANTOS *et al.*, 2007; BARROS *et al.*, 1999, FRUTICULTURA, 2010; SILVA, *et al.*, 2012) ocupando, uma área estimada de 3,39 milhões de hectares, tendo como principais produtos de expressão econômica a amêndoa da castanha de caju (ACC), o líquido da casca da castanha (LCC), dentre outros produtos derivados do pedúnculo (PAULINO, 1992; LIMA; BORGES, 2003; CONAB, 2011).

A demanda pela castanha de caju tende a aumentar, mas a disponibilidade do fruto de boa qualidade é muitas vezes um fator limitante. Várias são as razões para justificar essa baixa produtividade, dentre elas estão a deficiente infraestrutura de produção com a baixa qualidade das mudas e adoção de tecnologias no cultivo, além de fatores biológicos como o baixo índice de polinização devido os números insuficientes de visitantes florais (PETINARI; TARSITANO, 2002; FREITAS, 2009; AMORIM, 2011).

O cajueiro requer polinização para produção de frutos. Estudos sugerem que a polinização das flores do cajueiro realizada por insetos é mais eficiente que a realizada pelo vento (PAULINO, 1992; FREITAS, 1995). Em estudo realizado pro Freitas e Paxton (1996) concluiu-se que a autopolinização realizada pelo vento desempenha um pequeno papel na produção de frutos do cajueiro, e que, os insetos, principalmente as abelhas destacam-se como os principais polinizadores da cultura.

A gradativa transformação de áreas de florestas em áreas agrícolas tem causado a perda da biodiversidade devido ao isolamento de espécies em pequenos fragmentos inseridos em uma matriz pouco permeável, afetado os serviços prestados por esses ecossistemas (FERREIRA, 2008; FLORES *et al.*, 2012). Muitas espécies de visitantes florais utilizam esses remanescentes de mata nativa para nidificarem e explorar recursos alimentares, como pólen e néctar (FLORES *et al.*, 2012). A abelha *Centris tarsata*, por exemplo, fornece uma adequada polinização em plantas de cajueiro, no entanto os pomares comerciais sofrem com baixas taxas de produtividade enquanto esse polinizador nativo está ausente nas áreas de cultivo (FREITAS; PAXTON, 1998).

Estudos tem evidenciado a relação entre a distância de fragmentos de mata nativa e a vantagem proporcionada à cultura pelo serviço de polinização (KLEIN *et al.*, 2003a; RICKETTS, 2004; KLEIN *et al.*, 2007; CARVALHEIRO, 2011; GARIBALDI *et al.*, 2013), e

verificado que fragmentos mais próximos à cultura são importantes para o ganho em produção por funcionarem como fonte de polinizadores (FERREIRA, 2008).

Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de castanhas em diferentes distâncias das bordas de cultivos próximos ou longe de remanescentes de mata nativa, em áreas com e sem mata nativa em seu entorno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As características edafoclimáticas da região, período do experimento e localização, descrição e paisagem no entorno das áreas experimentais foram descritas no capítulo 2.

2.1. Levantamento da produção de castanha

Para a avaliação da produção de castanhas foram marcadas duas árvores a cinco distâncias (40m, 80m, 120m, 160m e 200m) a partir da borda para o interior do plantio, de modo a se ter dez árvores por área. Usaram-se dez áreas neste experimento, sendo cinco próximas e cinco afastadas de matas, totalizando 50 plantas em áreas com mata nativa próximas às bordas de cultura e 50 com borda sem mata nativa. Cada árvore selecionada foi numerada em local visível, facilitando a identificação, e para evitar que os frutos das árvores selecionadas fossem coletados pelos coletores das propriedades em estudo, o entorno da copa foi delimitado com fita zebra (FIGURA13).

Figura 13 – Marcação da árvore para avaliação da produção de castanhas por árvore, tendo a área abaixo da copa delimitada com fita zebra (a) e (b) e a marcação com a numeração correspondente (c). Horizonte, CE.



Fonte: Autor, 2012.

A quantificação e pesagem das castanhas foram realizadas semanalmente durante o período de produção dos pomares, outubro a novembro de 2012. Para avaliação da produção de castanhas foram realizadas coletas periódicas das castanhas por árvore separadamente, durante todo o período de produção. Após cada coleta as castanhas foram separadas do pedúnculo e então pesadas. Somente eram coletados os frutos que estivessem no chão e que fossem, exclusivamente, das árvores marcadas para o estudo. As castanhas foram pesadas separadamente por gradiente e o valor correspondente registrado em planilha. O somatório dessas pesagens foi utilizado para expressar a produção média de castanha por gradiente.

2.2. Análise de dados

A fim de avaliação da produção de frutos nas áreas com borda de cultura próxima a mata nativa e sem mata nativa, foi calculada a média do peso total de castanhas produzidas nas árvores selecionadas nas distâncias de 40m, 80m, 120m, 160m e 200m por meio de cálculo simples realizado no programa Excel 2007, com médias comparadas por Manm-Whitney e t-student em análises realizadas no programa estatístico SPSS 17.0.

Para avaliar a influencia da abundância de abelhas sociais, abelhas solitárias e outras espécies de visitantes florais (conforme o capítulo II) na produção de frutos, foi realizada uma análise GLM, utilizando com a seleção de modelo stepwise, no programa Statística7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio levou-se em consideração a hipótese de que a produção de frutos sofreria influência do tipo de área (mata e sem mata), das distâncias (40 – 200m) dos remanescentes de mata nativa e da abundância de visitantes florais nativos ou exóticos.

Na comparação de cada uma das diferentes distâncias, considerando que a área seja com mata ou sem mata nativa, foram utilizados os testes paramétricos para comparação de dois grupos. No entanto esses testes exigem que os dados tenham distribuição normal. Ao ser feito o teste de normalidade, verificou-se que somente à distância a 200m a distribuição dos dados foi normal, podendo ser utilizado nessa distância um teste paramétrico, mas nos demais, devido à violação do pressuposto da normalidade, foi adotado um teste não paramétrico. Assim se obteve os resultados da comparação de dois grupos, no caso o teste utilizado nas fileiras de 40m, 80m, 120m e 160m foi utilizado o teste de Mann-Whitney e na fileira de 200m foi utilizado à estatística t-student.

De acordo com os testes utilizados para esse estudo, verificou-se que a produção de frutos não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo dos gradientes utilizados (40m, 80m, 120m, 160m, e 200m), nem para o fato da área ser com mata ou sem mata nativa conforme observado nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Número médio de produção de castanhas por distâncias em 2012 nas áreas com e sem mata nativa nas bordas da cultura, em 2012, em Horizonte, Ceará.

Distâncias (m)	40	80	120	160	200					
Com Mata Nativa	105,3	85,4	99,8	113,1	108,9					
Sem Mata Nativa	124,2	155,7	178,5	149,9	104,6					
Teste para comparação dos grupos com e sem mata nativa	u Mann-Whitney 49	Sig. (p) 0,94	u Mann-Whitney 33,5	Sig. (p) 0,212	u Mann-Whitney 34	Sig. (p) 0,226	u Mann-Whitney 48	Sig. (p) 0,88	Teste t-student 0,194	Sig. (p) 0,849

Tabela 9 – Número médio de castanhas produzidas em cada distância nas áreas com mata e sem mata nativa nas bordas da cultura, em 2012, em Horizonte, Ceará.

Áreas	Distâncias (m)					ANOVA	
	40	80	120	160	200	F	Sig. (p)
Borda com Mata Nativa	105,3	85,4	99,8	113,1	108,9	0,629	0,644
Borda sem Mata Nativa	124,2	155,7	178,5	149,9	104,6	0,759	0,558

Ferreira (2008), em estudo para identificar quais os fatores determinantes para aumento de produtividade de culturas de café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora* - Rubiaceae) observou que fragmentos próximos à cultura tem papel importante na produção funcionam como fonte de polinizadores, tornando-se importantes para o ganho em produção.

No entanto para esse estudo, o fato de cinco das dez áreas estarem próximas dos remanescentes de mata não interferiu na produtividade (TABELA 10) em relação aos que não tinha remanescentes próximos.

Tabela 10 – Produtividade em número de castanhas/ha nos diferentes gradientes de distâncias em áreas com mata nativa e sem mata nativa.

Característica da Borda	Distâncias (m)				
	40	80	120	160	200
Com mata nativa	21481,2	17421,6	20359,2	23072,4	22215,6
Sem mata nativa	25336,8	31762,8	36414	30579,6	21338,4

O fato das diferentes distâncias não terem influenciado na produção de frutos pode ter sido devido as pequenas dimensões dos pomares utilizados no estudo. A escolha dos gradientes de 40 à 200m para esse estudo levou em consideração o grande número de propriedades rurais de produtores de caju apresentar áreas de até 50 ha. No Ceará existem em torno de 43 mil pequenos produtores de caju com menos de 20 hectares, espalhados por várias regiões do Estado (GUANZIROLI, 2009). Talvez em áreas maiores fosse possível verificar alguma diferença e isso merece ser investigado.

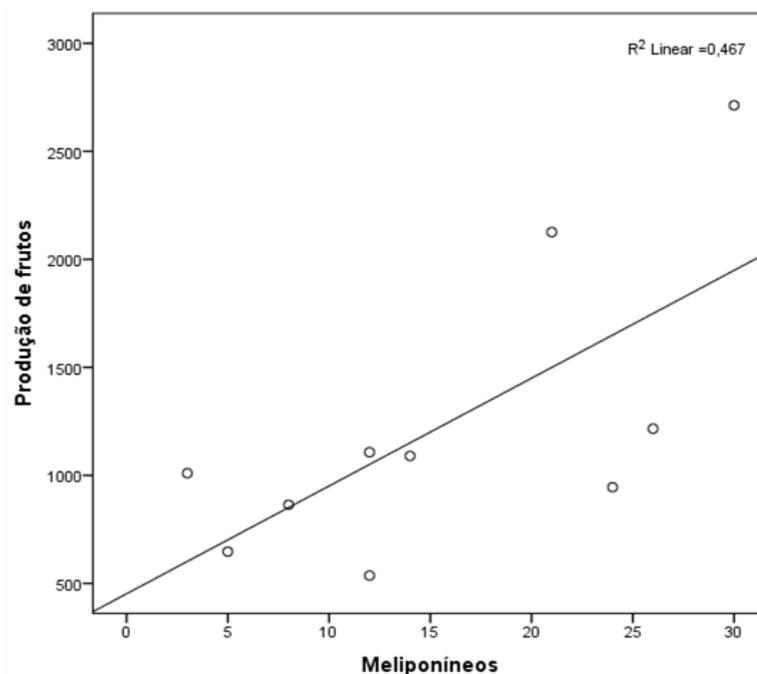
Outro fator que poderia ter influenciado na produtividade de castanhas é o fato das áreas próximas aos cajueirais sem mata nativa, não terem sido totalmente alteradas pela atividade humana, pois embora não possuam mais a mata original, ainda dispõe de vegetação silvestre, inclusive dentro das próprias áreas de cajueiro e isso, de alguma forma, pode ter amenizado a falta de recursos normalmente observados em grandes cultivos de agricultura intensiva.

Além disso, é comum que os cajucultores da região adotem intuitivamente práticas que favorecem a presença de polinizadores no pomar, e dentre elas podemos destacar o baixo uso de agroquímicos, e a existência de plantas ruderais com flores para os polinizadores (MAIA, 2013). De fato nenhum dos produtores, cujas áreas foram utilizadas nesse estudo, fez uso de pesticidas nas áreas de cultivo.

A influência dos visitantes florais das áreas estudadas na produção de castanhas foi investigada por meio da realização de uma seleção de modelo stepwise. Com base na

seleção, observou-se que somente a abundância de meliponíneos (FIGURA 14) influenciou a produção de castanhas ($p < 0,05$).

Figura 14 – Correlação entre o aumento na produção de frutos e a taxa de visitação por meliponíneos às flores do cajueiro (*Anacardium occidentale*). Horizonte, CE.



Estudos tem mostrado que a diversidade de polinizadores, particularmente abelhas, é responsável pela variação na produção agrícola e destacado que conservação de áreas de mata nativa adjacente às áreas de cultivo poderiam melhorar os rendimentos dos agricultores (KREMEN *et al.*, 2002; KLEIN *et al.*, 2003a; 2003b). No presente estudo, no entanto, não foi possível observar esse efeito, talvez pelos mesmos motivos já discutidos anteriormente para a questão do gradiente.

Semelhantemente, embora alguns pesquisadores apontem a abundância de visitantes florais como limitantes para a polinização (SILVA; PINHEIRO, 2007; FERREIRA, 2008), aqui não se observou esse efeito de uma forma generalizada, mas apenas em relação a um grupo de polinizadores, os meliponíneos. Segundo Garibaldi *et al.* (2013), polinizadores nativos como os meliponíneos são mais eficientes do abelhas generalistas como *A. mellifera*, e talvez a baixa ocorrência nas áreas de outros polinizadores nativos, como as abelhas solitárias, tenham levado as espécies de meliponíneos a se destacarem com um papel significativo na produção de castanhas, independentemente das áreas estudadas. Maiores

investigações devem ser feitas para elucidar melhor o papel dessas abelhas na produção de frutos e sua eficiência na polinização das flores do cajueiro.

4. CONCLUSÕES

A produção de frutos do cajueiro não é afetada pela proximidade ou não de matas nativas em distâncias até 200 m da borda do plantio.

A abundância de meliponíneos no cultivo do cajueiro influenciou significativamente a produção de frutos, independentemente da proximidade ou não de matas nativas.

O papel dos meliponíneos na polinização do cajueiro precisa ser melhor investigado.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N. *et al.* Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, MG., v. 9, p. 557-563, 2001.
- AMORIM, A. V. *et al.* Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.15, n.10, Oct. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=pt=sci_arttext&pid=S141543662011001000004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em : 25 jul.2012.
- BARROS, L. M. *et al.* Hibridação em caju. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999.
- CARVALHEIRO, L. G. *et al.* Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. **Ecology Letters**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 251-259, 2011.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONJUNTURA MENSAL 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_11_09_08_41_conab_-_conjuntura_semanal_2011_-_castanha_de_caju_-_ceara.pdf>. Acesso em: dez. de 2011.
- FERREIRA, F. M. C. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.
- FLORES, L.M.A., FILHO, A.J.S.P., WESTERKAMP, C. & FREITAS, B.M. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. v. 67, n. 2, p. 131-248, dez. 2012.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) – University of Wales, Cardiff, 1995.
- FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and a indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of Ne Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n.1, p. 109-121, 1998.
- FREITAS, B. M. **Projeto de pesquisa**: rede de pesquisa dos polinizadores da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil. Fortaleza, p. 93. 2009.
- FRUTICULTURA – caju. In: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento Regional Sustentável**. Brasília: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010. (Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, 4). Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

GARIBALDI, L. A. *et al.* Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. **Proceedings. Biological sciences / The Royal Society**, v. 274, n. 1608, p. 303-13, 7 fev. 2013.

GUANZIROLI, C. E. *et al.* ENTRAVES AO DESENVOLVIMENTO DA CAJUCULTURA NO NORDESTE: MARGENS DE COMERCIALIZAÇÃO OU AUMENTOS DE PRODUTIVIDADE E DE ESCALA?. **Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural**, 2009.

KLEIN, A.-M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, v. 40, n. 5, p. 837-845, 2003a.

KLEIN, Alexandra-Maria; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; TSCHARNTKE, Teja. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1518, p. 955-961, 2003b.

KLEIN, A. M. *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KREMEN, Claire; WILLIAMS, Neal M.; THORP, Robbin W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 26, p. 16812-16816, 2002.

LIMA, J. R.; BORGES, M. DE F. Armazenamento de amêndoas de castanha de caju: influência da embalagem e da salga. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, p. 104-109, 2004.

MAIA, A. C. N. **O USO DE PRÁTICAS AMIGÁVEIS AOS POLINIZADORES E A RENTABILIDADE DA CAJUCULTURA NORDESTINA**. 126 f. Dissertação (Mestrado

PAULINO, F. D. G. Polinização em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus – CE. Dissertação (Mestrado em Entomologia). 1992.

PETINARI, R. A.; TARSITANO, M. A. A. Comercialização de caju in natura na região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 697-699, dez. 2002.

RICKETTS, Taylor H. *et al.* Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, 2004.

SANTOS, S. K. D.; GOMES, L. P.; SOUZA, L. E. C. Visitantes florais do caju anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em uma área de caatinga no município de Jequié-BA. **Ecology**, v. 75, p. 330-351, 2007.

SILVA, A. L. G. & PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L.(Myrtaceae). **Acta bot. bras**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

SILVA, C. M. ; SILVA, C. I. ; HRNCIR, M. ; QUEIROZ, R. T. ; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. . **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012.